ББК 32.884.19
В80

Составитель *Б. С. Иванов*
Рецензент кандидат технических наук *В. Т. Поляков*
Редактор *М. Е. Орехова*
Художник *В. А. Клочков*

В помощь радиолюбителю: Сборник. Вып. 106/
В80 Сост. Б. С. Иванов.— М.: Патриот, 1990.—80 с., ил.
30 к.

Описания радиолюбительских конструкций, методов расчета и настройки их основных узлов.
Содержащиеся в статьях сведения позволят творчески конструировать подобные устройства в радиолюбительской практике.
Для радиолюбителей с различным уровнем подготовки.

В $\frac{4204000000-005}{072(02)-90}$ 25-90 **ББК** 32.884.19
6Ф2.9

РАДИОПРИЕМ

СХЕМОТЕХНИКА «КАРМАННЫХ» РАДИОПРИЕМНИКОВ

В. Маслаев, Б. Сергеев

Как показывает читательская почта, большая армия радиолюбителей увлекается конструированием малогабаритных («кармаиных») радиоприемников. И хотя на страницах популярной радиотехнической литературы уже опубликовано немало разнообразных схем, радиолюбители продолжают искать все новые и новые схемотехнические решения отдельных узлов и каскадов приемников прямого усиления, составляя из их сочетаний интересные конструкции.

Особенно показателен в этом плане мини-конкурс по модернизации промышленного набора — радиоконструктора «Юность 105», проведенный журиалом «Радио» в 1986 году. Сотни радиолюбителей откликнулись на него предложениями готовых конструкций с весьма интересными решениями. Но конкурс есть конкурс. Прошел отбор лучших, по мнению жюри, конструкций, описания которых появились на страницах журнала,— всего четыре приемника. Это понятно — объем журнальных страниц лимитирован. Но среди оставшихся в портфеле редакции предложений есть такие, в которых встречаются интересные решения, способные привлечь внимание радиолюбителей, занимающихся конструированием портативных транзисторных радиоприемников. Описания некоторых из них приведены ниже.

Приемник на пяти транзисторах

Такую конструкцию разработал В. Благовестный из г. Мирный Якутской АССР. Схема приемника приведена на рис. 1. Он работает, как и «Юность 105», в диапазоне СВ, обладает чувствительностью около 5 мВ/м. При напряжении питания 6 В выходная мощность приемника составляет 95 мВт, а потребляемый ток (в режиме молчания) — 15 мА. В приемнике три узла: однокаскадный усилитель РЧ, детектор и усилитель ЗЧ. Прием ведется на магнитную антенну, но для приема удаленных радиостанций предусмотрено гнездо внешней антенны.

Работает приемник так. Выделенный колебательным контуром L1C1 магнитной антенны WA1 сигнал посту-

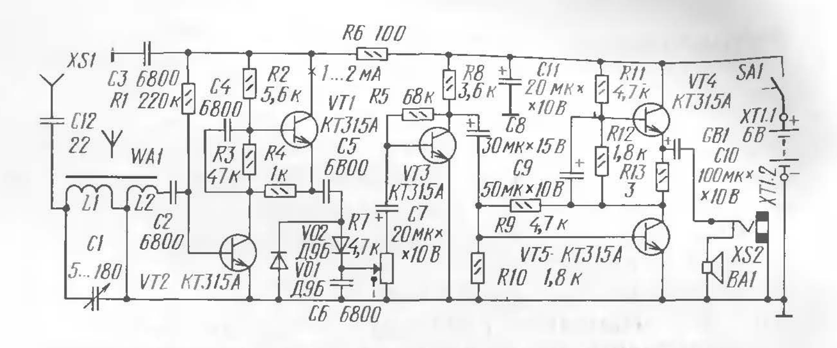


Рис. 1. Схема пятитранзисторного приемника В. Благовестного

пает через катушку связи L2 на усилитель РЧ, выполненный на транзисторах VT1, VT2 по схеме с динамической нагрузкой. Применение подобной схемы позволяет при минимальном количестве деталей добиться сравнительно высокого коэффициента усиления и устойчивой работы усилителя.

Усиленный сигнал РЧ поступает с усилителя через конденсатор C5 на детектор, выполненный на диодах VD1, VD2 по схеме с удвоением напряжения. Нагрузкой детектора является резистор R7 (точнее часть его между движком и нижним по схеме выводом), конденсатор C6 замыкает на общий провод радиочастотную составляющую продетектированного сигнала.

С резистора нагрузки детектора, служащего одновременно регулятором громкости, сигнал поступает на первый каскад усилителя ЗЧ, выполненный на транзисторе VT3. Он собран по стандартной схеме с подключением базового резистора R5 к коллектору транзистора. С нагрузки каскада (резистор R8) сигнал поступает через конденсатор C8 на выходной каскад, выполненный на транзисторах VT4, VT5,— усилитель мощности.

Как правило, такие каскады строят по двухтактной схеме с транзисторами разной структуры и применяют предварительный фазоинверсный каскад. Здесь же используют транзисторы одинаковой структуры, а фазоинверсный каскад отсутствует. Входной сигнал, поступающий на базу транзистора VT5, изменяется по фазе на 180° в коллекторной цепи транзистора и подается на базу транзистора VT4 через цепь C9R12. Транзисторы выходного каскада работают в режиме класса А, в ре-

зультате чего выходной сигнал имеет малые нелинейные искажения. Поэтому удалось обойтись без цепей отрицательной обратной связи и значительно сократить число радиоэлементов. В целом чувствительность усилителя ЗЧ равна 15 мВ. Нагружен усилитель на динамическую головку BA1, подключенную через развязывающий конденсатор C10.

Приемник настраивают на радиостанции конденсатором переменной емкости C1, внешнюю антенну (например, отрезок провода длиной около метра), подключают к колебательному контуру через конденсатор C12.

В приемнике можно использовать любые транзисторы серии КТ315, постоянные резисторы МЛТ или ВС мощностью от 0,125 Вт, переменный резистор R7 — малогабаритный, совмещенный с выключателем питания SA1, оксидные конденсаторы — К50-5, остальные постоянные конденсаторы — КЛС, КТ, КСО; конденсатор C1 — КП-180, диоды — любые из серий Д9, Д2.

Магнитная антенна использована от радиоприемника «Юность 105». Она выполнена на плоском стержне из феррита 400НН. Катушки намотаны проводом ЛЭШО 8×0,07 на каркасе, склеенном из плотной бумаги. Катушка L1 содержит 75 витков, а L2 — 2 витка. В случае необходимости увеличить чувствительность приемника, число витков катушки связи увеличивают.

Динамическая головка — любая малогабаритная, мощностью 0,1—0,25 Вт и со звуковой катушкой сопротивлением 6...10 Ом.

Чертеж печатной платы под указанные детали приведен на рис. 2. Правильно смонтированный приемник в налаживании не нуждается. Необходимо лишь проверить напряжение в точке симметрии выходного каскада (эмиттер транзистора VT4) и при желании установить его точнее подбором резистора R11, а также измерить ток коллекторной цепи транзисторов первого каскада. В случае необходимости этот ток можно установить точнее подбором резистора R1.

Приемники на шести транзисторах

Рассказ об этой серии разработок начнем с конструкции, представленной краснодарским радиолюбителем А. Захаровым. К сожалению, автор разработки не смог приобрести радиоконструктор «Юность 105» и располо-

Рис. 2. Печатная плата приемника В. Благовестного

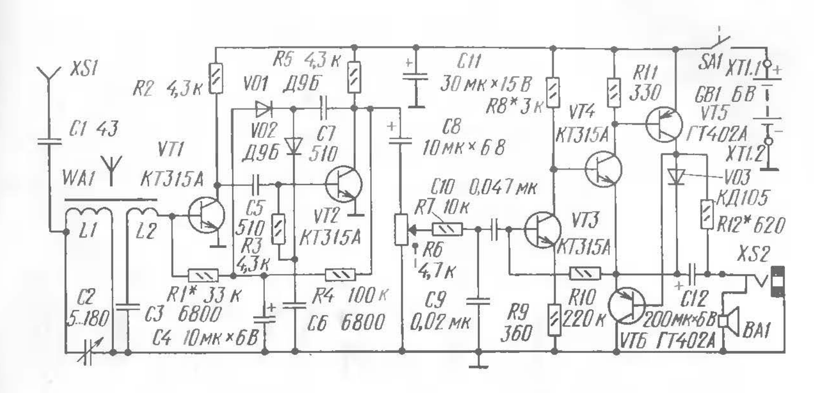


Рис. 3. Схема шеститранзисторного приемника А. Захарова

жить детали на стандартной печатной плате. Поэтому и нет чертежа этой платы. Но испытания приемника, смонтированного на макетной панели, показали его работоспособность и сравнительно хорошую чувствительность — 5 мВ/м.

Схема приемника приведена на рис. 3. Его особенность — рефлексный каскад в усилителе РЧ и несколько необычное (редко используемое радиолюбителями) построение выходного каскада усилителя ЗЧ).

Радиочастотный сигнал с катушки L2 поступает на первый каскад усилителя РЧ, выполненный на транзисторе VT1. С его нагрузки (резистор R2) сигнал РЧ подается через конденсатор C5 на второй каскад, собранный на транзисторе VT2. С нагрузки этого каскада (резистор R5) сигнал РЧ подается через конденсатор C7 на детектор, выполненный по схеме удвоения на диодах VD1, VD2. Причем анод диода VD1 «заземлен» (как это и должно быть в подобных схемах) по радиочастоте через конденсатор C4, а продетектированный сигнал «очищается» от радиочастотной составляющей конденсатором C6. Диоды работают с начальным смещением, которое образуется из-за протекания через них базового тока транзистора VT2 (с коллектора транзистора через резистор R4, диоды, резистор R3, эмиттерный переход транзистора VT2). Благодаря начальному смещению детектор хорошо работает при слабых радиосигналах.

Выделенный детектором сигнал ЗЧ усиливается каскадом на транзисторе VT2 (этот каскад работает в рефлексном режиме) и поступает через конденсатор C8

на регулятор громкости — переменный резистор R6. Одновременно постоянная составляющая продетектированного сигнала используется для АРУ, которая образуется благодаря подключению базы транзистора VT1 через резисторы R1 и R4 к коллектору транзистора VT2.

С движка переменного резистора сигнал ЗЧ подается через фильтрующую цепочку R7C9 (она препятствует прохождению радиочастотного сигнала) и конденсатор C10 на следующий каскад усилителя ЗЧ, собранный на транзисторе VT3. К его резистору нагрузки R8 подключен бестрансформаторный выходной каскад, в котором работают транзисторы VT4—VT6. Он развивает выходную мощность около 180 мВт на нагрузке (динамической головке BA1) сопротивлением 8 Ом при напряжении источника питания 6 В.

Выходной каскад, собранный по приведенной схеме, обладает рядом достоинств. Во-первых, он вносит меньше нелинейных искажений, поскольку охвачен стопроцентной отрицательной обратной связью (выходной сигнал поступает на эмиттер транзистора VT4). В связи с этим каскад усиливает сигнал только по току и не инвертирует его. Симметрия каскада определяется соотношением сопротивлений резисторов R8 и R9. Ток покоя зависит от резистора R12, сопротивление которого должно быть равным частному от деления напряжения источника питания на удвоенный выбранный ток покоя (в данном случае около 5 мА, но он может быть от 4 до 8 мА). При изменении напряжения питания симметрия каскада почти не нарушается, а ток покоя изменяется прямо пропорционально напряжению и не зависит от температуры окружающей среды.

Диод VD3 служит для коммутации выходных транзисторов, работающих в двухтактном режиме. Во время положительных полупериодов сигнала ЗЧ работает транзистор VT5, диод открыт, транзистор VT6 закрыт прямым напряжением диода (оно, как видно из схемы, приложено между базой и эмиттером транзистора). При отрицательных полупериодах диод VD3 закрывается, транзистор VT5 становится усилителем (его нагрузкой служат последовательно соединенные резистор R12 и динамическая головка), а VT6 — эмиттерным повторителем.

Транзистор VT5 работает в режиме класса AB, что определяется сопротивлением резистора R12. Транзистор

же VT6 работает в режиме класса B (даже ближе к классу C, поскольку в покое на базе VT6 относительно эмиттера положительный потенциал).

Нетрудно заметить, что между радиочастотным и низкочастотным каскадами нет традиционной цепочки развязки по питанию. И тем не менее приемник работает устойчиво, без самовозбуждения. Объясняется это тем, что в цепях смещения транзисторов VT1, VT2 отсутствуют обычные делители напряжения.

У читателей наверняка появятся вопросы относительно емкостей конденсаторов C5, C7, в десятки раз меньших по сравнению с аналогичными конденсаторами подобных приемников. Конденсатор C5 выбран емкостью 510 пФ для того, чтобы на вход рефлексного каскада не поступали низкочастотные шумы транзистора VT1. В детекторе же конденсатор C7 взят малой емкости потому, что начиная с емкости 1000 пФ наблюдается ослабление сигналов ЗЧ выше 500 Гц.

Диоды VD1, VD2 могут быть любые из серии Д9 либо другие германиевые, VD3 — любой кремниевый. Допустимо использовать другие, кроме указанных на схеме КТ315А, маломощные кремниевые транзисторы. В некоторых случаях, например при использовании на месте VT4 транзистора серии КТ502, можно изъять резистор R11. Но если появится самовозбуждение усилителя, резистор следует оставить и, кроме того, включить между коллектором и базой транзистора VT4 конденсатор емкостью 1000...3000 пФ.

А вот более простой вариант такого приемника (рис. 4), также предложенного краснодарцем А. Захаровым. Хотя транзисторов в нем столько же, общее число деталей несколько сократилось. Кроме того, исчез рефлексный каскад в усилителе РЧ, а в усилителе ЗЧ появилась на выходе комплементарная пара транзисторов. Выходная мощность приемника возросла до 200 мВт, а чувствительность снизилась до 10 мВ/м.

Усилитель РЧ, как и в предыдущей схеме, собран на двух транзисторах (VT1, VT2). Далее следует детектор, выполненный по схеме с удвоением напряжения. Поскольку в нем работают кремниевые диоды, на них подано с резистора R5 начальное напряжение смещения — немногим более 1 В. Это напряжение стабильно благодаря применению в цепи базы первого транзистора делителя R1R2.

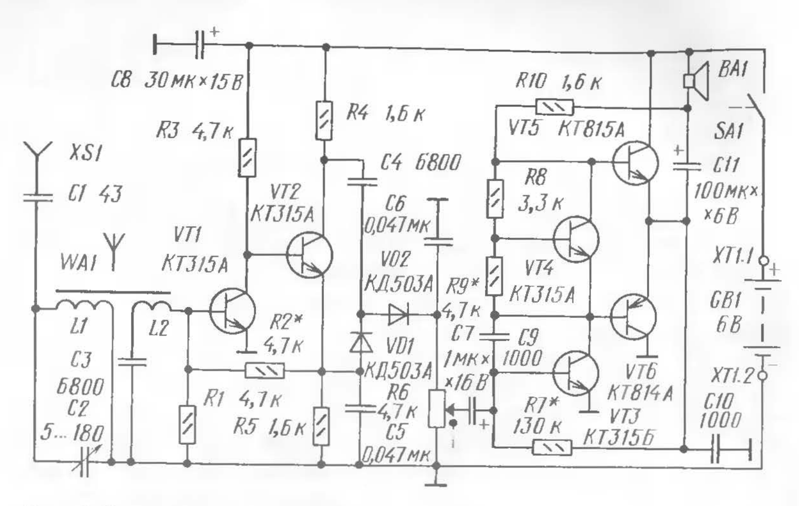


Рис. 4. Вариант схемы приемника А. Захарова

Усилитель ЗЧ — двухкаскадный. Первый каскад — усилитель напряжения выполнен на транзисторе VT3, второй — усилитель мощности — на транзисторах VT5, VT6. Транзистор VT4 и резисторы R8, R9 — элементы прецизионного стабилитрона, определяющего ток покоя выходного каскада. При указанных номиналах резисторов R8, R9 он равен 2...4 мА. Устанавливают его точнее подбором резистора R9.

Вместо кремниевых диодов в детекторе можно применить германиевые, например серии Д9. Тогда анод диода VD1 отсоединяют от эмиттерной цепи транзистора VT2 и подключают к общему проводу (минус питания). Для выходного каскада подойдут транзисторы серий ГТ402, ГТ404. В каждом плече желательно установить транзисторы соответствующей структуры с одинаковыми или возможно близкими коэффициентами передачи. В этом варианте можно обойтись без деталей VT4, R8, R9, заменив их резистором сопротивлением около 130 Ом (подбирают точнее по току покоя) либо любым диодом серии Д9 — его включают анодом к базе транзистора VT5.

При налаживании приемника подбором резистора R2 устанавливают на резисторе R5 напряжение в пределах 1...1,3 В, подбором резистора R7 — половину напряжения питания на эмиттерах выходных транзи-

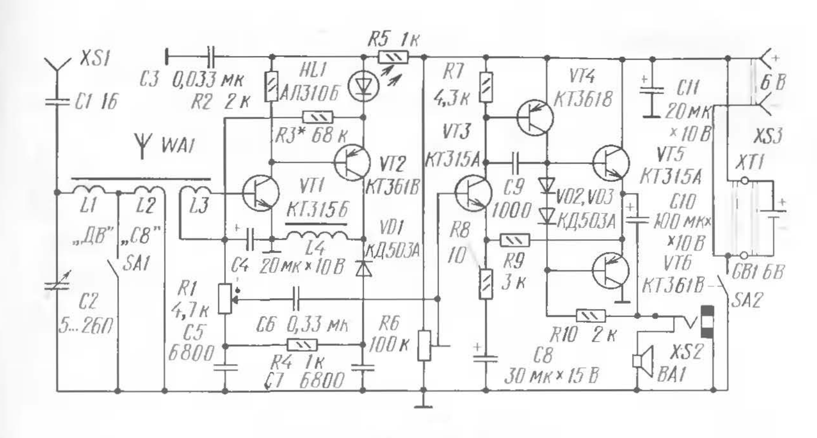


Рис. 5. Схема шеститранзисторного приемника Г. и Н. Прилуковых

сторов, а подбором резистора R9, как было сказано выше, или заменяющих прецизионный стабилитрон деталей (резистора или диода) — ток покоя выходных транзисторов.

Данные магнитной антенны в обоих приемниках те же, что и в «Юности 105».

Описание транзисторных приемников на шести транзисторах закончим конструкцией радиолюбителей Г. и Н. Прилуковых из г. Фрунзе. Их приемник (рис. 5) двухдиапазонный, со световым индикатором настройки, с простой и эффективно действующей АРУ, с небольшим (20...25 мА) потребляемым током при наибольшей громкости (в режиме покоя ток равен 4...5 мА). Чувствительность приемника на диапазоне СВ составляет 3...4 мВ/м, а на ДВ — 4...5 мВ/м. К приемнику можно подключать внешнюю антенну, выносной источник питания, малогабаритный головной телефон.

Колебательный контур магнитной антенны WA1 составлен из катушек индуктивности L1, L2 и конденсатора переменной емкости C2. На диапазоне ДВ работают обе катушки — они соединены последовательно. На диапазоне СВ катушку L2 замыкают выключателем SA1 (переключатель диапазонов). Наружная антенна, включаемая в гнездо XS1, подключается к колебательному контуру через конденсатор C1 небольшой емкости.

Часть выделенного колебательным контуром радиочастотного сигнала поступает через катушку связи L3 на первый каскад усилителя РЧ, выполненный на транзисторе VT1. С его нагрузки (резистор R2) сигнал поступает на второй каскад — он собран на транзисторе VT2. Нагрузкой для сигнала РЧ здесь является дроссель L4 — с него сигнал подается на однополупериодный детектор на диоде VD1. Продетектированные колебания «очищаются» от радиочастотной составляющей фильтром C7R4C5 и поступают на переменный резистор R1 — регулятор громкости.

Чтобы детектор работал при слабых сигналах, на диод подано начальное смещение — оно образуется при протекании постоянного тока через светодиод HL1, резисторы R3, R1, R4, диод VD1, дроссель L4.

В усилителе действует АРУ. Вот как она работает. Пока нет сигнала РЧ, АРУ бездействует, светодиод HL1 горит ярко. По мере возрастания уровня сигнала на входе усилителя РЧ растет и постоянная составляющая продетектированного сигнала. Транзистор VT1 начинает подзакрываться, в результате чего падает его коллекторный ток. Падает напряжение смещения на базе транзистора VT2. Его коллекторный ток также падает, при этом снижается усиление сигнала РЧ и уменьшается яркость светодиода, а значит, потребляемый им ток от источника питания. Чем меньше яркость светодиода, тем точнее настроен радиоприемник на станцию.

Колебания ЗЧ подаются через переменный резистор R1 и конденсатор C6 на базу транзистора VT3, работающего в первом каскаде усилителя ЗЧ. С нагрузки этого каскада (резистор R7) сигнал подается на следующий каскад, выполненный на транзисторе VT4 и нагруженный на резистор R10. Далее следует двухтактный усилитель мощности на комплементарной паре (транзисторы VT5, VT6). Динамическая головка BA1 подключена к выходному каскаду через контакты разъема XS2, которые размыкаются во время включения в гнездо вилки миниатюрного головного телефона.

Диоды VD2, VD3 служат для получения нужного напряжения смещения между базами выходных транзисторов, а значит, для устранения искажений типа «ступенька». Через резистор R9 осуществляется отрицательная обратная связь по постоянному току и переменному напряжению. Конденсатор C9 устраняет самовозбуждение усилителя на высших частотах.

Магнитная антенна приемника выполнена на плоском стержне из феррита 400НН. Катушка L1 содержит 70 витков провода ПЭВ-2 0,29, намотанных виток к витку. Катушку L2 можно намотать внавал проводом ПЭВ-2 0,14 в пяти секциях шириной по 3 мм — по 40 витков в каждой секции. Катушка L3 содержит 12 витков провода ПЭВ-2 0,29, причем 5 витков размещают равномерно поверх катушки L1, а 7 витков — тоже равномерно поверх катушки L2.

Дроссель L4 выполнен на кольце К8×3,5×2 из феррита 600НН и 60 витков провода ПЭВ-2 0,29.

Вместо КТ315А и КТ315Б можно использовать любые транзисторы серий КТ306, КТ312, КТ315, КТ316, а вместо КТ361В — любые транзисторы серий КТ313, КТ326, КТ361. Но все транзисторы должны быть с коэффициентом передачи не менее 40. Для комплементарной пары нужно подобрать транзисторы с одинаковыми или возможно близкими коэффициентами передачи. Кроме АЛ310Б в приемнике могут работать светодиоды АЛ316А или АЛ316Б. Диоды — любые из серии КД503. Конденсатор переменной емкости — КПТМ либо другой малогабаритный с указанными или большими пределами изменения емкости. Динамическая головка — 0,1ГД-6.

Часть деталей приемника размещена на печатной плате (рис. 6), которая рассчитана на установку в корпусе радиоприемника «Нейва». Проводники со стороны деталей соединяют с соответствующими проводниками со стороны печати.

При налаживании приемника устанавливают сначала подстроечным резистором R6 половину напряжения источника питания на эмиттерах выходных транзисторов. Движок переменного резистора R1 в этом случае должен быть установлен в положение минимальной громкости (верхнее по схеме). Ток покоя (не более 5 мА) устанавливают подбором резистора R10, после чего вновь контролируют напряжение на эмиттерах выходных транзисторов и, если необходимо, корректируют его подстроечным резистором.

В усилителе РЧ подбором резистора R3 добиваются падения напряжения 1,5...2 В на резисторе R5. Колебательный контур во время налаживания приемника должен быть расстроен относительно сигнала радиостанции.

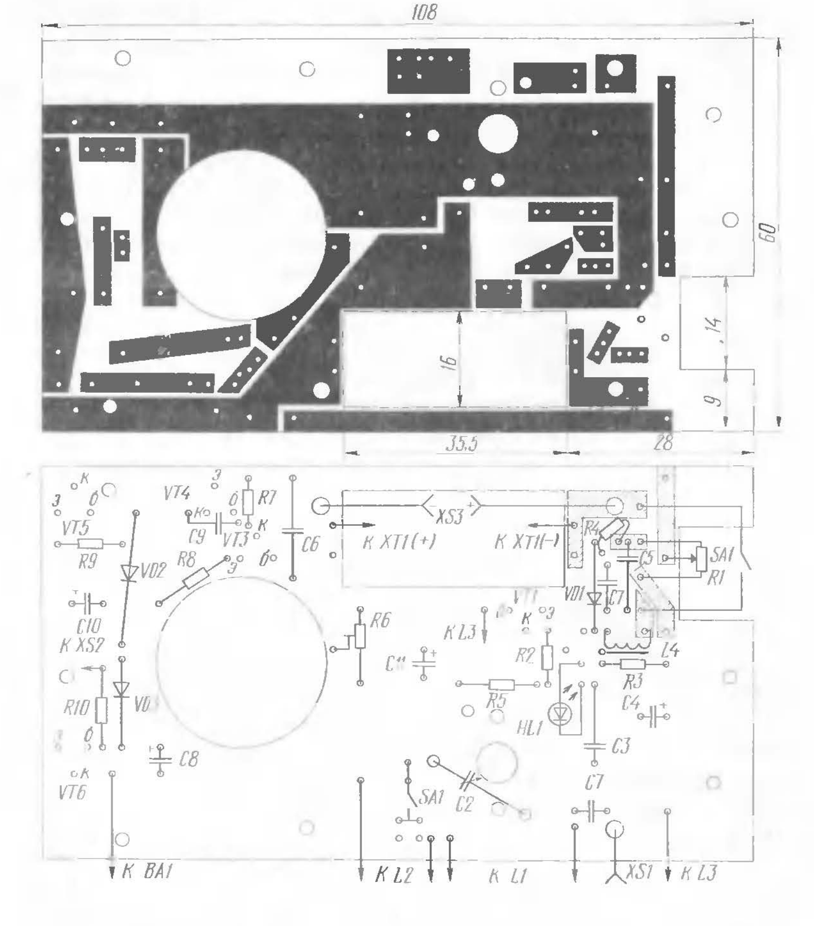


Рис. 6. Печатная плата приемника Г. и Н. Прилуковых

Приемники на семи транзисторах

Один из наиболее простых приемников этой серии предложил М. Средов из г. Минска. В приемнике (рис. 7) два каскада усиления РЧ (транзисторы VT1 — VT3) с АРУ, детектор и три каскада усиления ЗЧ. Приемник рассчитан на работу в двух диапазонах (СВ и ДВ), номинальная выходная мощность его составляет 100 мВт.

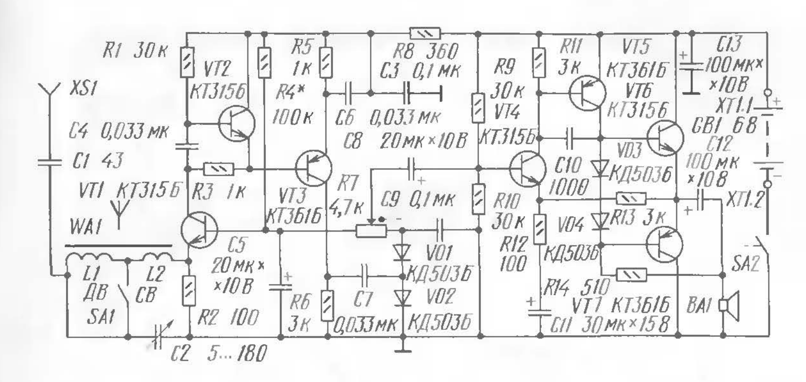


Рис. 7. Схема семитранзисторного приемника М. Средова

Первый каскад усилителя РЧ собран на двух транзисторах по схеме с динамической нагрузкой. Транзистор VT1 включен по схеме ОБ, а VT2 — ОК. В итоге каскад обладает сравнительно высоким коэффициентом усиления при низких входном и выходном сопротивлениях. Благодаря низкому (около 10 Ом) входному сопротивлению удалось обойтись без традиционной катушки связи и применить последовательный резонансный контур, составленный из катушек L1, L2 и конденсатора переменной емкости С2. Выключателем SA1 устанавливают нужный рабочий диапазон приемника, в гнездо XS1 включают наружную антенну при приеме удаленных радиостанций.

Малое выходное сопротивление первого каскада способствует лучшему согласованию с последующим каскадом усиления РЧ, собранным на транзисторе VT3.

С нагрузки второго каскада (резистор R6) сигнал РЧ подается на детектор, собранный на кремниевых диодах VD1, VD2 по схеме удвоения напряжения. Конденсатор С9 фильтрует радиочастотную составляющую, а резистор R7 является нагрузкой детектора и регулятором громкости. Через этот резистор и резистор R4 протекает постоянный ток, создающий на диодах детектора начальное напряжение смещения. Через переменный резистор протекает постоянная составляющая продетектированного сигнала, управляющая усилением первого каскада, а значит, и всего усилителя РЧ.

С движка переменного резистора сигнал ЗЧ подается через конденсатор С8 на усилитель ЗЧ, который собран

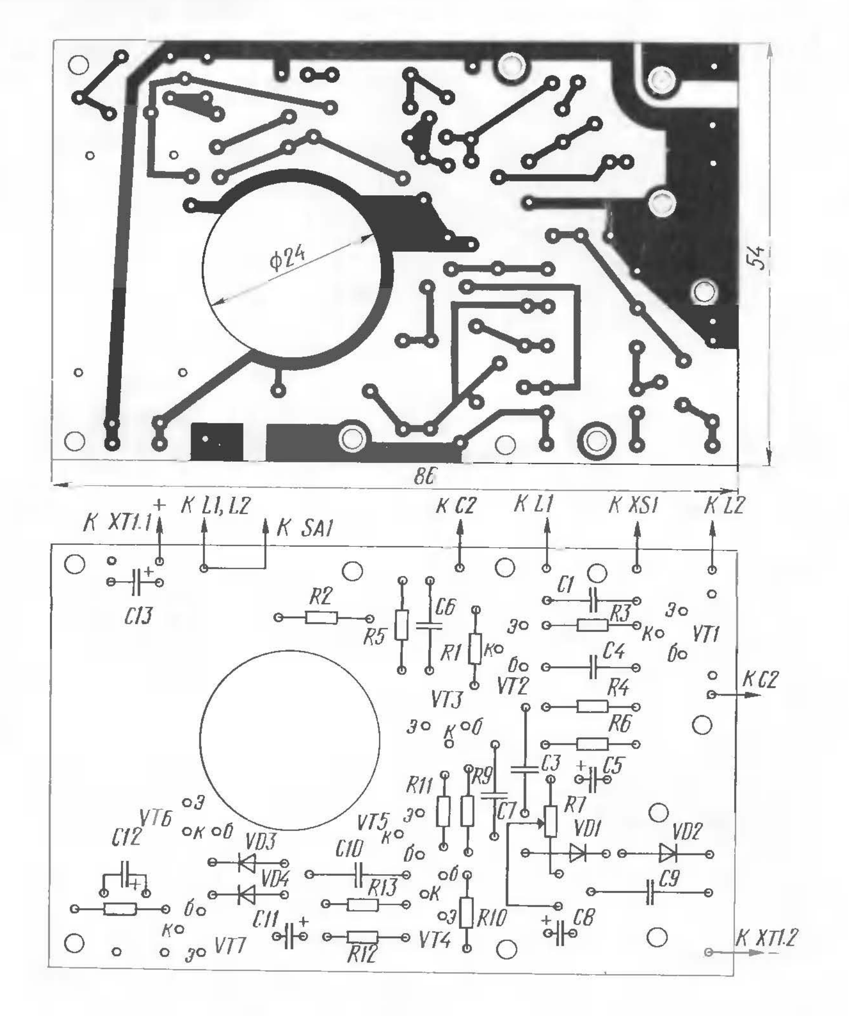


Рис. 8. Печатная плата приемника М. Средова

по аналогичной с предыдущим приемником схеме и не нуждается в пояснении.

Магнитная антенна выполнена на ферритовом сердечнике от радиоконструктора «Юность 105». Катушка L1 содержит 180 витков провода ПЭВ-1 0,15, а L2 — 75 витков ПЭВ-1 0,2. Обе катушки намотаны виток к

витку. Конденсатор переменной емкости — КП-180, динамическая головка — 0,1ГД-6.

Большая часть деталей расположена на печатной плате (рис. 8), которую можно установить в корпус от радиоконструктора «Юность КП101» или аналогичный по габаритам.

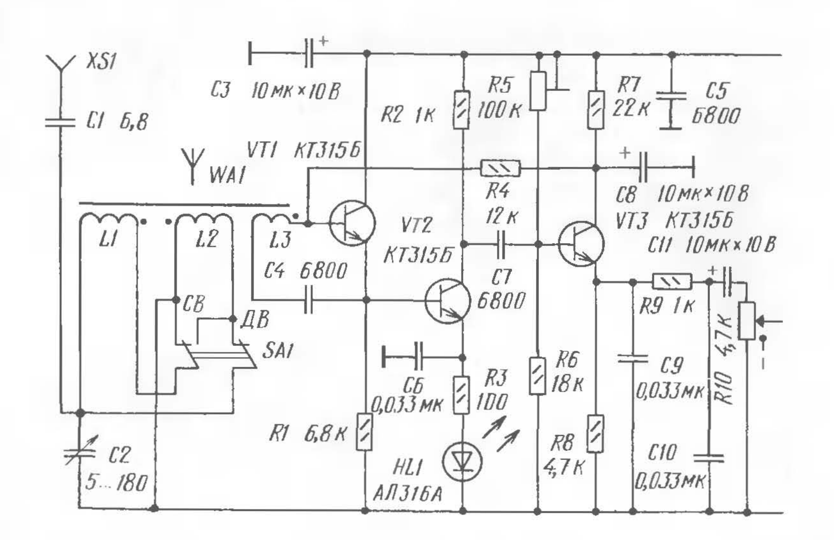
Налаживая приемник, вначале подбирают режимы усилителя ЗЧ, пользуясь методикой предыдущего описания, а затем подбором резистора R4 добиваются половины напряжения питания на коллекторах транзисторов VT1, VT3.

Несколько иначе построил схему семитранзисторного приемника (рис. 9) москвич Н. Боровский. Усилитель РЧ он собрал на транзисторах VT1 и VT2, включив в эмиттерную цепь второго транзистора светодиод HL1 — он является индикатором настройки. С нагрузки второго каскада (резистор R2) сигнал РЧ поступает через конденсатор C7 на детектор, выполненный на транзисторе VT3. Нагрузкой детектора является резистор R8, радиочастотная составляющая продетектированного сигнала фильтруется цепочкой C9R9C10.

Каскад на транзисторе VT3 выполняет также функции усилителя сигнала АРУ и стабилизатора режима усилителя РЧ. Напряжение смещения, а также напряжение усиленного сигнала АРУ поступает на усилитель РЧ через резистор R4. Когда возрастает входной сигнал РЧ, увеличивается постоянная составляющая продетектированного сигнала, а значит, уменьшается эмиттерный ток транзистора VT2. Яркость светодиода падает, что свидетельствует о точной настройке на радиостанцию. Начальный режим работы усилителя РЧ устанавливают подстроечным резистором R5.

Входная цепь приемника рассчитана на работу в диапазонах СВ и ДВ. Когда переключатель SA1 находится в положении «СВ» (оно показано на схеме), катушки L1 и L2 оказываются включенными параллельно. При установке переключателя в положение «ДВ» катушки включаются последовательно. В обоих случаях соблюдается нужная фазировка включения катушек. Часть выделенного колебательным контуром сигнала подается через катушку связи L3 на усилитель РЧ.

Что касается усилителя ЗЧ, то нетрудно заметить, что он собран практически по такой же схеме, что и в двух предыдущих приемниках. Незначительные схемные



отличия объясняются применением транзисторов VT4 и VT5 обратной, по сравнению с вышеупомянутыми схемами, структуры да необходимостью снизить ток покоя мощных выходных транзисторов (из-за этого параллельно диодам VD1, VD2 включен резистор R18).

Для развязки каскадов РЧ от каскадов ЗЧ по цепи питания введен фильтр R15C5C3. Шунтирование оксидного конденсатора C3 конденсатором C5 способствует снижению возможности самовозбуждения приемника на радиочастотах. Таково же назначение конденсатора C16, шунтирующего совместно с оксидным конденсатором C17 источник питания GB1.

Магнитная антенна выполнена на ферритовом стержне от приемника «Юность 105». Катушки L1 и L2 расположены на расстоянии 10 мм от краев стержня, L3 — в центре стержня. Катушка L1 намотана виток к витку в несколько слоев на длине 15 мм и содержит 70 витков провода ЛЭШО 8×0,07. На такой же длине и таким же способом намотана катушка L2, содержащая 220 витков провода ПЭЛШО 0,1. Катушка L3 содержит 6 витков провода ПЭЛШО 0,15, намотанных виток к витку.

Чертеж печатной платы для размещения деталей приемника приведен на рис. 10. Переключатель диапазонов SA1 (он изготовлен из деталей переключателя диапазонов приемника «Сокол», в котором оставлены

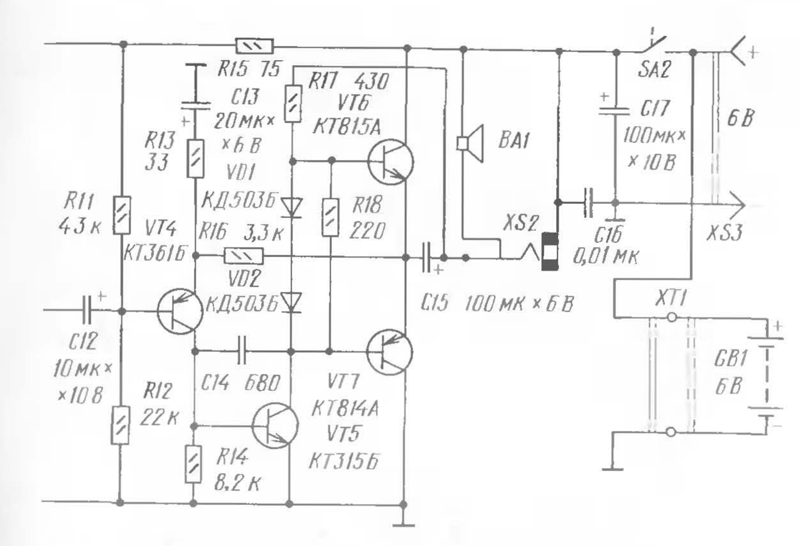


Рис. 9. Схема семитранзисторного приемника Н. Боровского

одна переключающая и одна замыкающая контактные группы) установлен на высоте 10 мм от платы. Под движок переключателя выпилено прямоугольное отверстие в передней крышке корпуса. Чтобы установить переключатель диапазонов, пришлось сместить переменный резистор громкости на стандартной плате набора «Юность 105» на 7,5 мм в сторону батарейного отсека. Соответственно распилено отверстие под ручку резистора в корпусе.

Несколько необычное решение продемонстрировал москвич кандидат технических наук В. Морозов. Он предложил... не отказываться полностью от моточных деталей в усилителе ЗЧ, но заменить выходной трансформатор автотрансформатором. Это позволяет уменьшить потребляемый приемником ток и расширяет возможности подбора транзисторов для выходного каскада. К примеру, при номинальной выходной мощности 100 мВт приемник без автотрансформатора (т. е. с бестрансформаторным транзисторным усилителем) потребляет ток до 75 мА, в то время как с автотрансформатором — всего 52 мА. Выходные же транзисторы могут быть как серий КТ315, КТ361, так и КТ814, КТ815.

Есть в приемнике, схема которого показана на рис. 11, немало других решений, заслуживающих внимания. Но об этом по порядку.

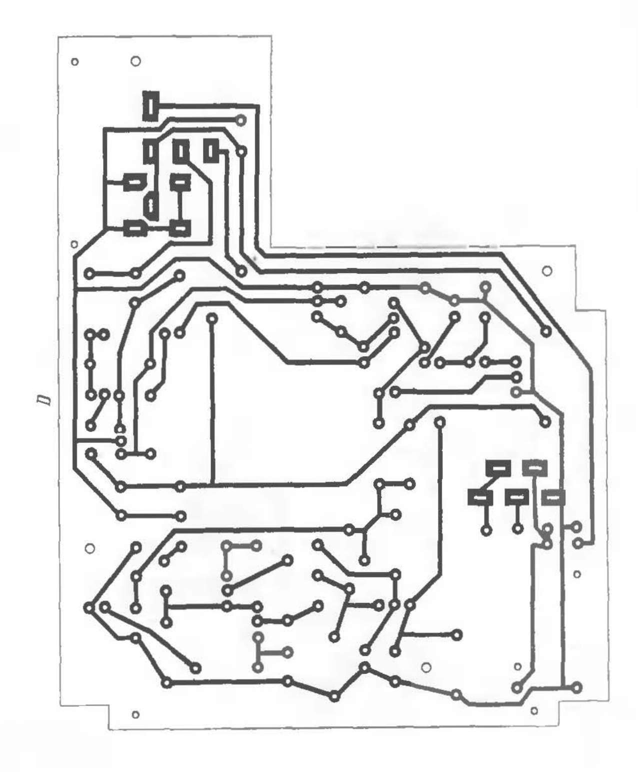


Рис. 10. Печатная плата приемника Н. Боровского

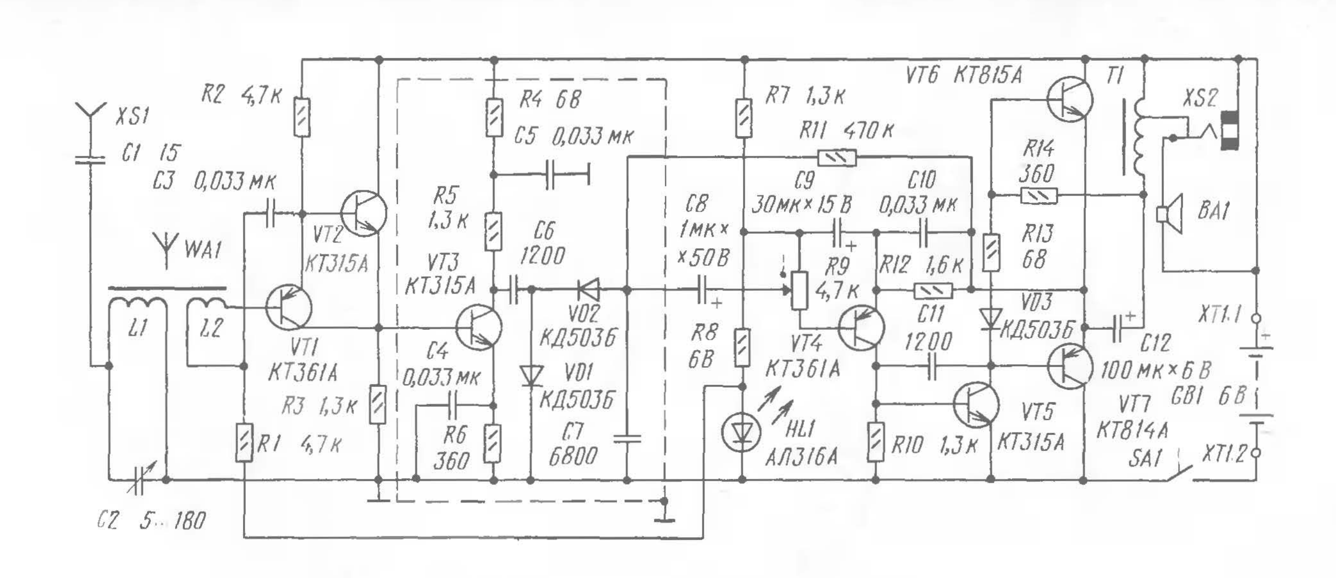


Рис. 11. Схема семитранзисторного приемника В. Морозова

Приемник обладает чувствительностью не хуже 6 мВ/м и рассчитан на прием радиостанций диапазона СВ. Выходная мощность — 100 мВт, работоспособность приемника сохраняется при падении напряжения питания до 4,5 В.

Усилитель РЧ трехкаскадный, собран на транзисторах VT1 — VT3. Необходимость такого усилителя диктуется минимальным коэффициентом усиления 2000, требуемым для получения приемлемого коэффициента передачи детектора на кремниевых транзисторах. В то же время, как известно, трехкаскадный усилитель склонен к самовозбуждению. Чтобы предотвратить это явление, в данном варианте усилительными работают каскады на транзисторах VT1 и VT3, а каскад между ними (на VT2) — эмиттерный повторитель. Кроме того, последний каскад выполнен в виде модуля и заэкранирован.

Детектор собран по схеме с удвоением напряжения. Для ослабления искажений сигнала ток смещения на диоды детектора подается с выхода усилителя ЗЧ через резистор R11 и кроме постоянной составляющей содержит еще и переменную — звуковой частоты. В результате смещение при положительных полупериодах сигнала приближается к оптимальному, а при отрицательных удаляется. Происходит некоторая линеаризация, существенно уменьшающая искажения сигнала по сравнению с квадратичным детектором.

Усилитель ЗЧ неинвертирующий. Это удобно для введения последовательной отрицательной обратной связи и для подачи начального напряжения смещения на детектор с выхода усилителя. Кроме того, в этом случае паразитная обратная связь через источник питания становится отрицательной, поэтому развязки между каскадами РЧ и ЗЧ не требуется.

Выход усилителя нагружен на динамическую головку BA1, подключенную через автотрансформатор T1.

Данные магнитной антенны те же, что и у «Юности 105». Автотрансформатор намотан на магнитопроводе выходного трансформатора этого же приемника. Его обмотка содержит 145 витков провода ПЭВ-1 0,33 с отводом от 90-го витка, считая от верхнего по схеме вывода.

Транзисторы, кроме выходных, могут быть любые из указанных на схеме серий. На выходе же могут работать

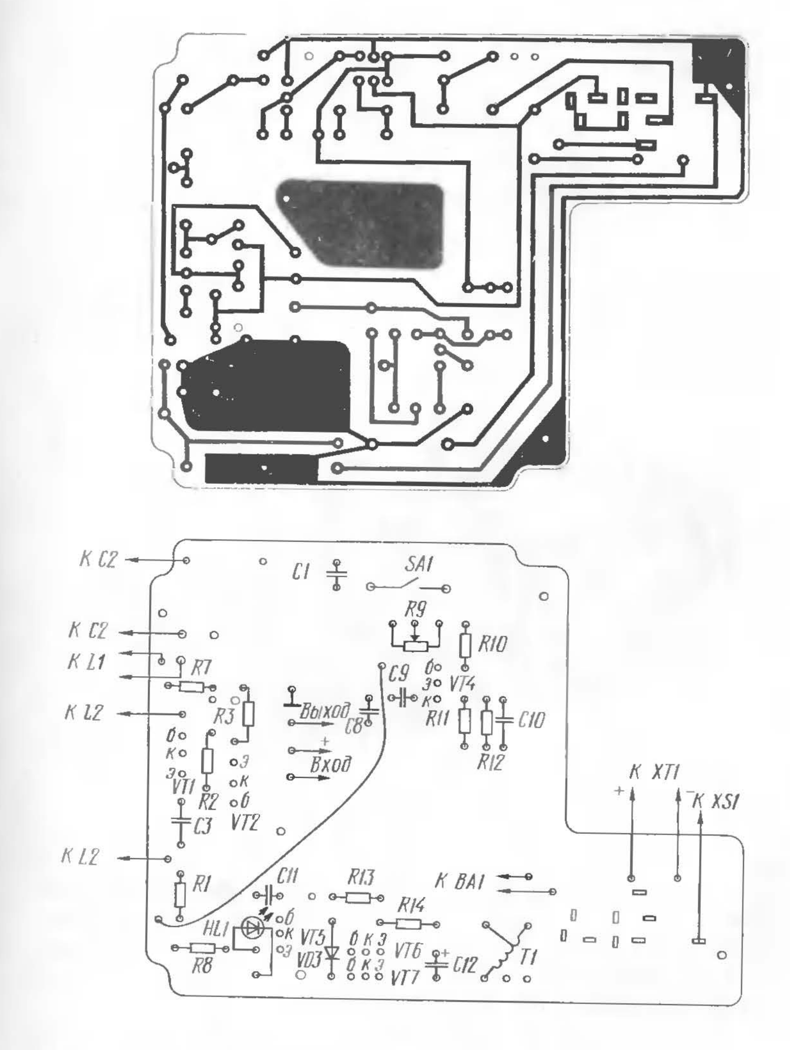


Рис. 12. Печатная плата приемника В. Морозова

транзисторы серий КТ815, ГТ402, КТ315 (VT6), КТ814, КТ361, ГТ404 (VT7).

Расположение основных деталей приемника на печатной плате показано на рис. 12. Детали третьего каскада усилителя РЧ смонтированы на отдельной плате (рис. 13),

Рис. 13. Плата усилителя РЧ

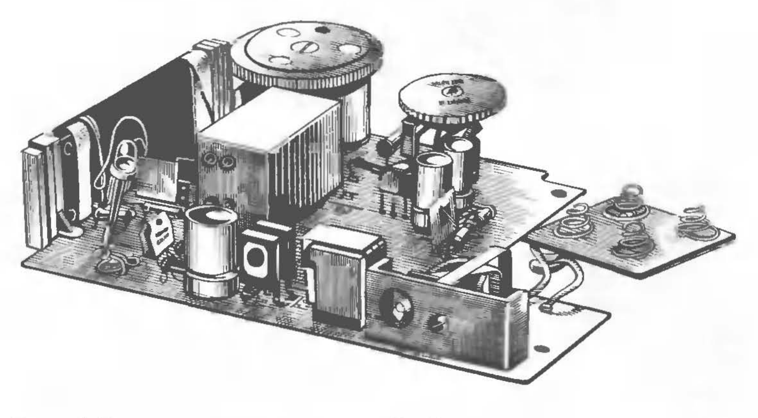


Рис. 14. Вид на монтаж приемника В. Морозова

которую подпаивают жесткими короткими проводниками к основной плате. Сверху отдельную плату закрывают металлической крышкой, соединяемой проводником с общим проводом приемника. Расположение модуля и крышки-экрана видно на рис. 14.

Приемники на восьми транзисторах

Один из них разработан москвичами С. Котовым и Е. Осиповым. Приемник (рис. 15) работает только в диапазоне СВ, его номинальная выходная мощность составляет 100 мВт на нагрузке сопротивлением 6 Ом (на динамической головке 0,2ГД-1).

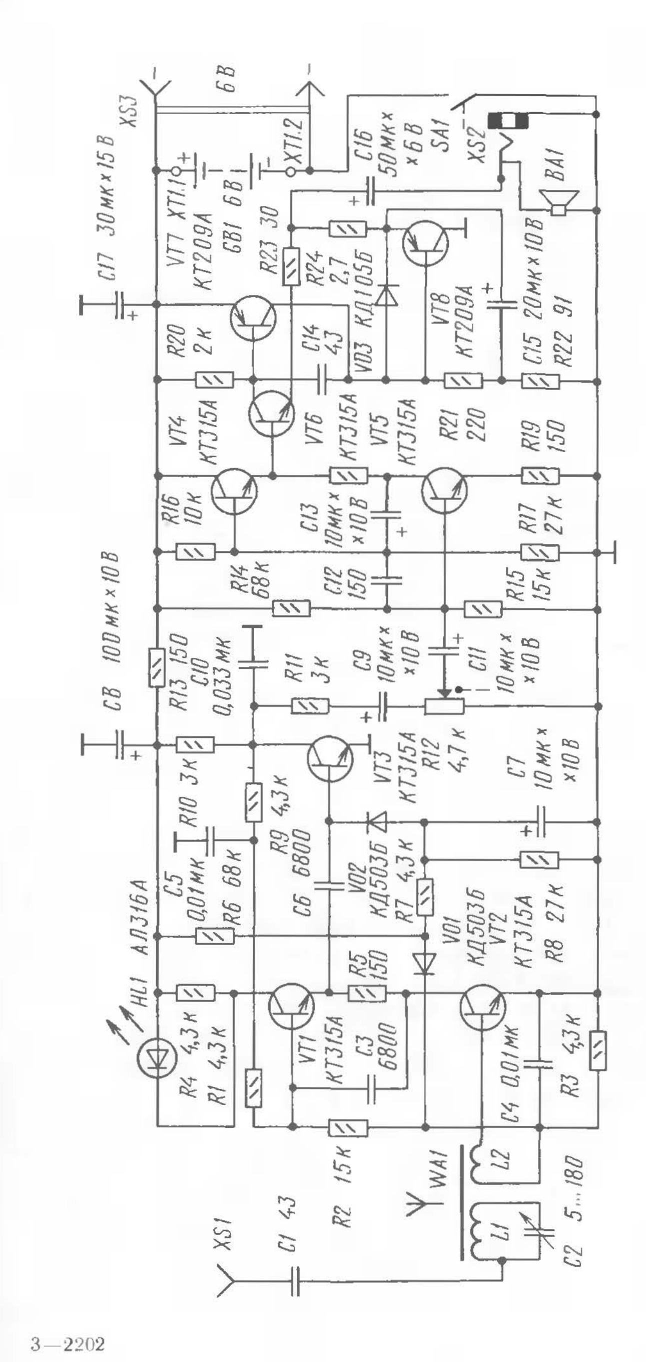


Рис. 15. Схема восьмитранзисторного приемника С. Котова и Е. Осипова

Входная цепь приемника осталась такой же, что и в «Юности». Сигнал с катушки связи L2 подается на усилитель РЧ, выполненный на транзисторах VT1, VT2 по схеме с динамической нагрузкой. С выхода усилителя сигнал РЧ поступает на транзисторный детектор, в котором работает транзистор VT3. Диод VD2 позволяет превратить этот детектор в двухполупериодный. При отрицательном полупериоде сигнала конденсатор C6 перезаряжается через диод VD2. При положительном полупериоде сигнал складывается с напряжением на конденсаторе C6 и открывает транзистор VT3.

Чтобы транзистор VT3 и диод VD2 работали на определенном участке вольтамперной характеристики, на диод подано опорное напряжение (около 1 В) с резистора R8. В свою очередь, оно образуется благодаря падению напряжения на диоде VD1 и эмиттерном переходе транзистора VT1 при протекании через них прямого тока. Поскольку это напряжение несколько превышает требуемое, оно подается на диод через делитель R7R8.

Светодиод HL1 включен в цепь питания усилителя РЧ и поэтому не потребляет дополнительный ток, как в «Юности 105». Благодаря наличию АРУ (напряжение АРУ подается с коллектора транзистора VT3 на базу VT1 через цепочку R9C5R1) светодиод становится индикатором настройки. Как только сигнал на катушке L2 возрастает, увеличивается напряжение АРУ, уменьшается ток через светодиод и его яркость свечения падает.

Поскольку емкость конденсатора C5 сравнительно мала, АРУ быстродействующее. По существу, она представляет собой отрицательную обратную связь по низкочастотной огибающей радиосигнала, снижающую искажения при детектировании и повышающую качество звучания приемника.

В случае приема удаленных радиостанций быстродействие АРУ можно снизить, заменив конденсатор C5 оксидным, емкостью 5...20 мкФ на номинальное напряжение не ниже 6 В (плюсовой вывод конденсатора подключают к точке соединения резисторов R1, R9).

Нагрузкой детектора является резистор R10, радиочастотная составляющая продетектированного сигнала фильтруется конденсатором C10. Сигнал звуковой частоты подается на регулятор громкости R12 через цепочку R11C9, обеспечивающую как лучшее согласование регулятора громкости с детекторным каскадом, так и работу регулятора только при сигнале ЗЧ. Дело в том, что при прохождении через переменный резистор постоянного тока появляются трески и шорохи в динамической головке даже после незначительного износа токопроводящего графитового слоя. При указанном использовании переменного резистора эти помехи значительно ослабляются.

С движка переменного резистора сигнал ЗЧ поступает на усилительный каскад, выполненный на транзисторах VT4, VT5 по схеме с динамической нагрузкой. Как и в усилителе РЧ, применение такого каскада позволило получить сравнительно высокий коэффициент усиления.

К выходу предварительного усилителя ЗЧ подключен усилитель мощности, выполненный на транзисторах VT6 — VT8 по схеме с последовательным возбуждением выходных транзисторов. При положительном полупериоде сигнала ЗЧ открываются VT6, VT7, а VT8 закрывается (прямым напряжением диода VD3). Во время же отрицательного полупериода открывается транзистор VT8. Конденсаторы C12 и C14 предотвращают самовозбуждение усилителя на высших частотах.

Введение в усилитель мощности токоограничивающих резисторов R23 и R24 позволили защитить усилитель от короткого замыкания на выходе.

Через конденсатор C15 подается напряжение вольтодобавки, увеличивающее размах неискаженного выходного сигнала и выходную мощность усилителя.

Транзисторы VT1 — VT6 могут быть любые из серий КТ306, КТ315, КТ316. При этом, возможно, придется подобрать резисторы R3, R14, R17 для получения соответственно тока коллектора транзистора VT1 равным 3,5 мА, напряжения на резисторе R19 около 0,2 В и напряжения на плюсовом выводе конденсатора C16 примерно 2,9 В.

Выходные транзисторы могут быть серий КТ208, КТ209, КТ501, но желательно подобрать их так, чтобы коэффициент передачи транзистора VT8 был выше, чем VT7.

Кроме указанных на схеме, диоды VD1, VD2 могут быть Д219А, Д220 — Д223, а VD3 — Д226А — Д226Г, Д237А — Д237В, КД510А.

Данные магнитной антенны изменены незначительно:

катушка L1 содержит 70 витков, а L2 — 4 витка. Провод тот же, что и в «Юности 105».

Чертеж печатной платы и расположение деталей на ней показаны на рис. 16.

Во время налаживания приемника выходную мощность можно ограничить в небольших пределах подбором резистора R24 от 2 до 5,1 Ом. Коэффициент гармоник (нелинейные искажения сигнала) можно несколько снизить уменьшением сопротивления резистора R20 до 680...510 Ом, но при этом возрастет на 0,8...1 мА ток покоя (он составляет 14 мА). Бо́льшую громкость можно получить уменьшением сопротивления резистора R19 или шунтированием его оксидным конденсатором.

Следующую конструкцию восьмитранзисторного приемника представил радиолюбитель В. Севрук из г. Каменец-Подольский Хмельницкой обл. Приемник работает в диапазонах ДВ и СВ, чувствительность его на первом диапазоне составляет 10 мВ/м, на втором — 7 мВ/м, максимальная выходная мощность достигает 100 мВт.

Схема приемника приведена на рис. 17. Он содержит два каскада усиления РЧ, детектор и четыре каскада усиления ЗЧ. Усилитель РЧ выполнен на транзисторах VT1 и VT2, причем каскад на транзисторе VT1 — эмиттерный повторитель, обладающий высоким входным и низким выходным сопротивлениями. Сигнал на усилитель поступает с катушки L2, которая включена последовательно с катушками резонансного контура. В показанном на схеме положении переключателя приемник работает в диапазоне ДВ и используются все катушки. При другом положении переключателя катушка L3 замыкается, и приемник работает в диапазоне СВ. Для выравнивания уровня сигнала, снимаемого с катушек индуктивности на том или другом диапазоне, установлен конденсатор С3, «работающий» на диапазоне ДВ.

К выходу усилителя РЧ подключен транзисторный детектор с эмиттерной нагрузкой (резистор R6). Продетектированные колебания фильтруются цепочкой C5R5C6. Выделяющаяся на нагрузке постоянная составляющая продетектированного сигнала используется для АРУ — она осуществляется благодаря включению резистора R4 между детектором и базовой цепью первого каскада усиления РЧ.

Показанное включение транзисторов, гальваническая связь между каскадами и глубокая отрицательная об-

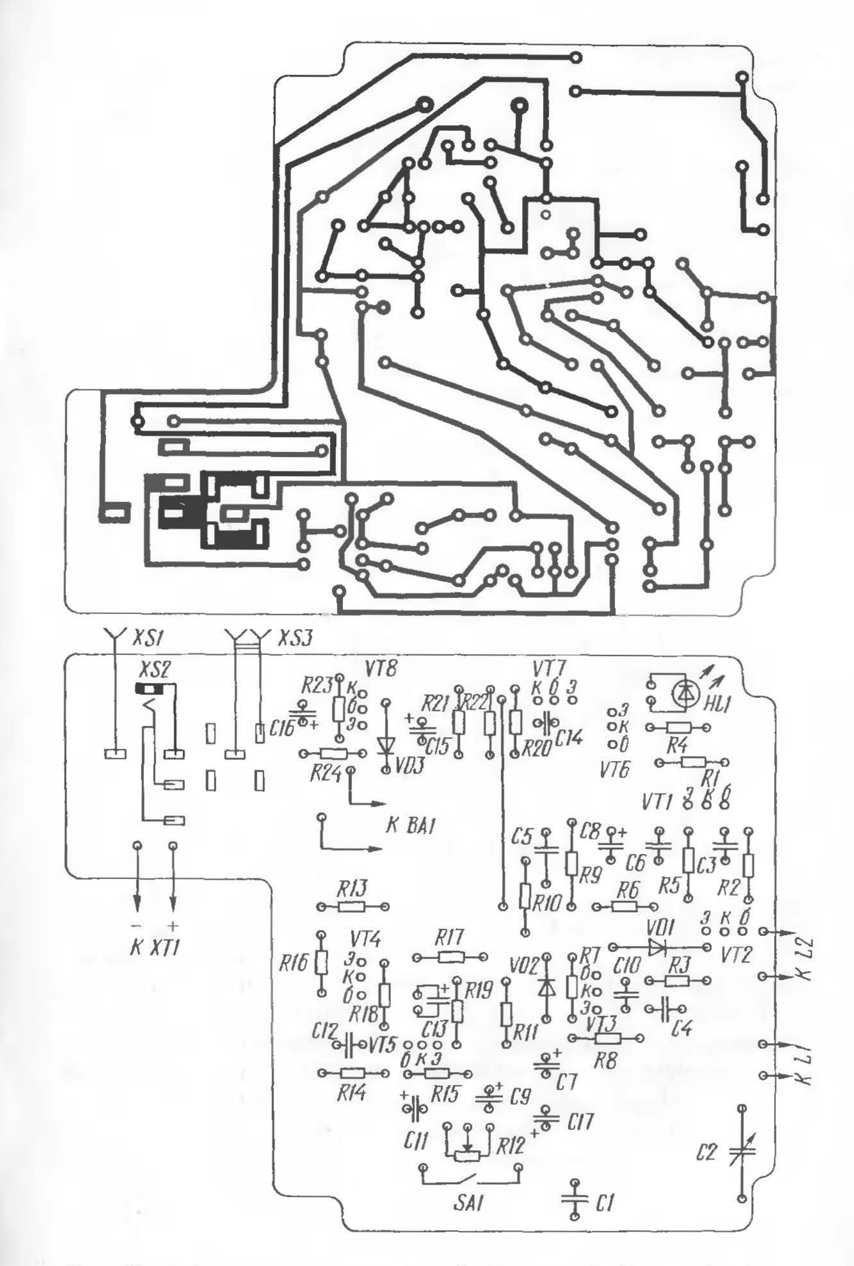


Рис. 16. Печатная плата приемника С. Котова и Е. Осипова

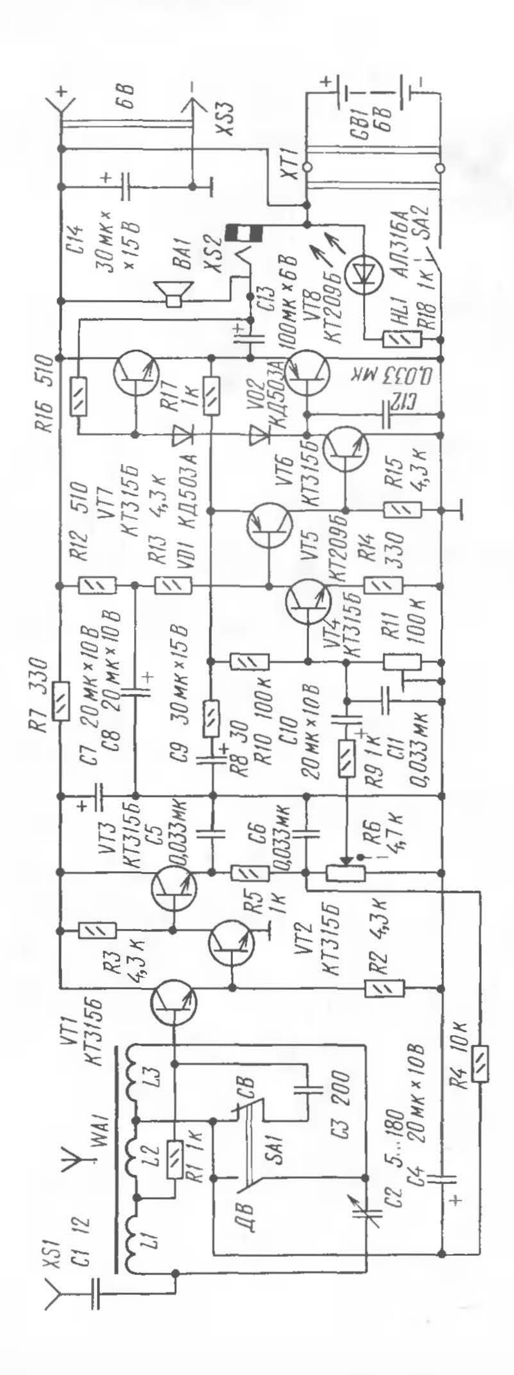


Рис. 17. Схема восьмитранзисторного приемника В. Севрука

ратная связь по постоянному току позволили добиться высокой стабильности режима работы транзисторов при изменении окружающей температуры и напряжения источника питания в больших пределах.

Усилитель ЗЧ — бестрансформаторный, с гальванической связью между каскадами, что позволило ввести двухпетлевую отрицательную обратную связь по постоянному току и застабилизировать работу усилителя. Первая петля охватывает каскады на транзисторах VT4, VT5, вторая — каскады на транзисторах VT5 — VT8. Выходной каскад на транзисторах VT7, VT8 работает в режиме класса AB.

Для предупреждения возможного самовозбуждения приемника в него введены два фильтра по цепи питания: через фильтр R7C7 напряжение поступает на усилитель РЧ и детектор, а через фильтр R12C8 — на первый каскад усилителя ЗЧ. Источник питания зашунтирован конденсатором C14.

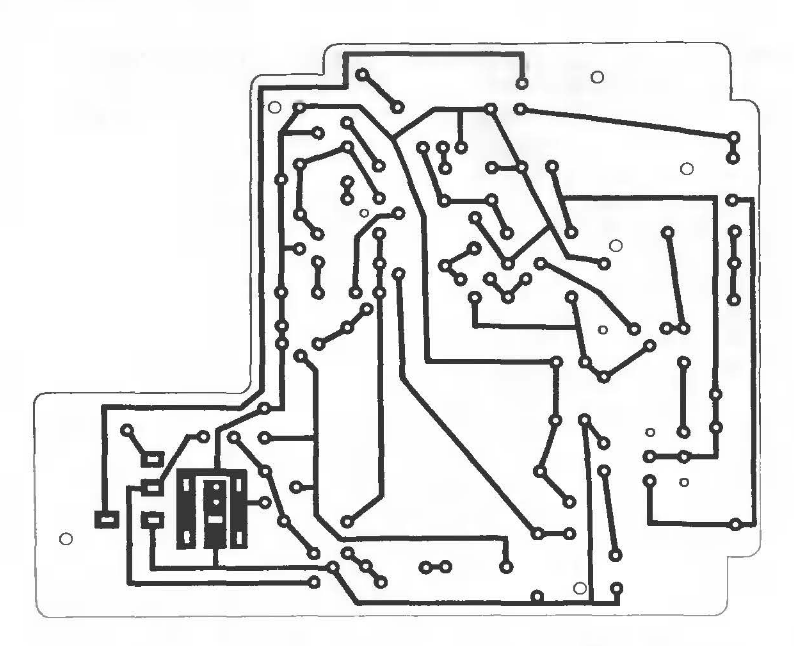
Светодиод HL1 в данном приемнике используется, как и в «Юности», для индикации включения питания.

Магнитная антенна выполнена на плоском ферритовом стержне от «Юности»: катушка L1 содержит 70 витков провода ЛЭШО 8×0,07, L2 — 25 витков, а L3 — 210 витков провода ПЭЛШО 0,1. Катушку L1 наматывают виток к витку на расстоянии 7...10 мм от одного края стержня. Отступив от конца катушки 10 мм, наматывают внавал катушку L2, а отступив от ее конца 3 мм, — катушку L3, которая должна быть расположена на оставшейся части стержня, но не доходить до конца его на 7...10 мм.

Переключатель диапазонов — малогабаритный П2К. Подстроечный резистор — СП3-1б или другой малогабаритный.

Чертеж печатной платы приемника и расположения на ней деталей показан на рис. 18.

Во время налаживания приемника подстроечным резистором R11 устанавливают на эмиттерах выходных транзисторов напряжение, равное половине напряжения питания. Ток покоя выходных транзисторов не устанавливают, он должен быть около 9 мА.



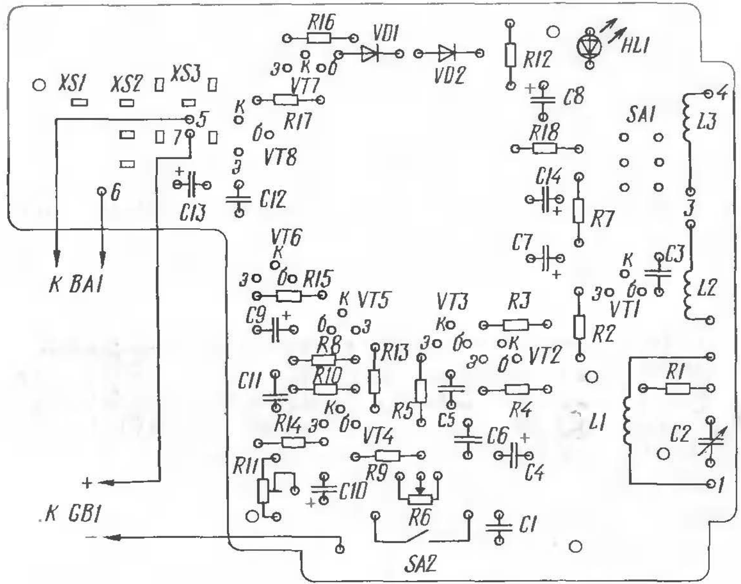


Рис. 18. Печатная плата приемника В. Севрука

Приемники на аналоговых микросхемах

Несмотря на оговорку в условиях мини-конкурса о разработке приемника только на транзисторах, некоторые участники посчитали возможным предложить свои разработки, выполненные на аналоговых микросхемах. Конечно, такой вариант приемника выглядит более современно, он компактен в монтаже и прост в налаживании. Поэтому есть смысл познакомиться читателям и с этими разработками.

На рис. 19 приведена схема приемника, разработанного москвичом С. Кругликовым. В нем всего одна микросхема и два транзистора. На транзисторах собран усилитель РЧ. Входной каскад, выполненный на полевом транзисторе VT1, обладает очень высоким выходным сопротивлением, позволившим подключить к каскаду непосредственно колебательный контур и обойтись, таким образом, без катушки связи и некоторых радиодеталей.

Подключенный к выходу усилителя РЧ детектор собран на диодах VD1, VD2 по обычной схеме с удвоением напряжения. С нагрузки детектора (переменный резистор R4 регулировки громкости) сигнал ЗЧ поступает на неинвертирующий вход мощного операционного усилителя. Это один из немногих операционных усилителей, способных развивать на выходе сравнительно большой ток — до 1 А. По сравнению с микросхемой — усилителем ЗЧ типа К174УН4Б данный усилитель обладает большей экономичностью и менее критичен к пониженному напряжению питания. Хотя, по справочным данным, усилитель рассчитан на напряжение 15 В, он

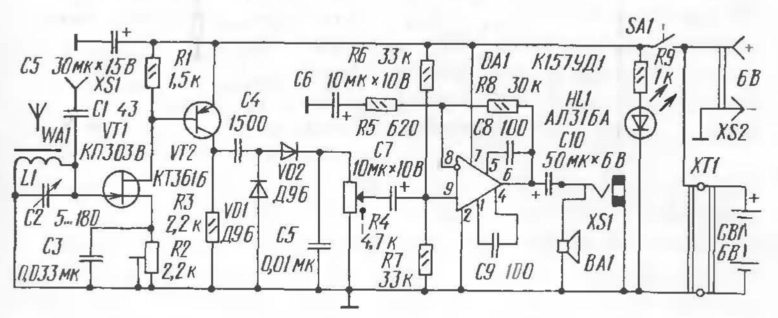
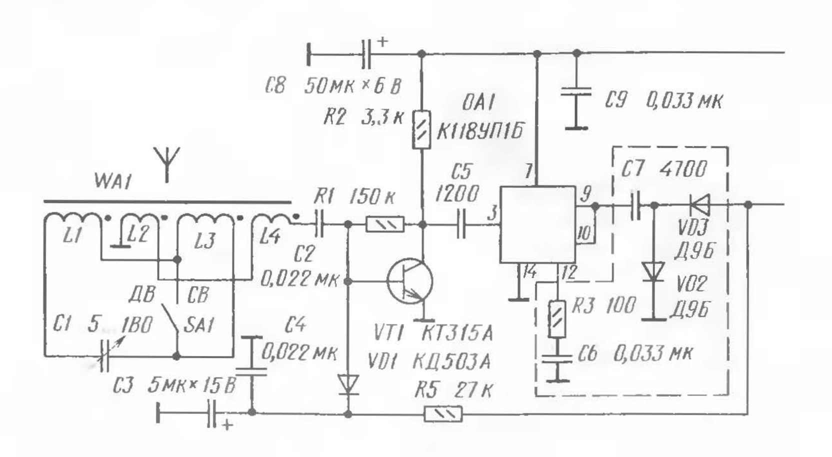


Рис. 19. Схема приемника С. Кругликова



сохраняет работоспособность при снижении напряжения до 3 В.

Динамическая головка подключается к усилителю через разделительный конденсатор С10. При напряжении 6 В усилитель развивает на нагрузке сопротивлением 6 Ом (головка 0,2ГД-1) мощность 150 мВт. При этом потребляемый усилителем ток равен 35...40 мА (ток покоя составляет 4,5 мА).

Магнитная антенна имеет те же данные, что и в «Юности», но без катушки связи. Подстроечный резистор — СП3-1б, остальные детали — любого типа, возможно меньших габаритов.

При налаживании приемника подстроечным резистором R2 устанавливают максимальную чувствительность во время приема удаленной радиостанции.

Схему приемника, выполненного на двух аналоговых микросхемах и одном транзисторе (рис. 20), предложил А. Беслик из г. Можайска Московской обл. Он двухдиапазонный, с автоматической регулировкой усиления. Выходная мощность приемника может достигать 250 мВт (с динамической головкой 0,1ГД-6) даже при питающем напряжении 6 В. Максимальный потребляемый ток приемника составляет 50 мА, ток покоя — 9 мА.

Магнитная антенна приемника содержит две контурные катушки (L1 и L3) и две катушки связи (L2 и L4), соединенные последовательно. При приеме радиостанций в диапазоне ДВ работают обе контурные катушки, а при

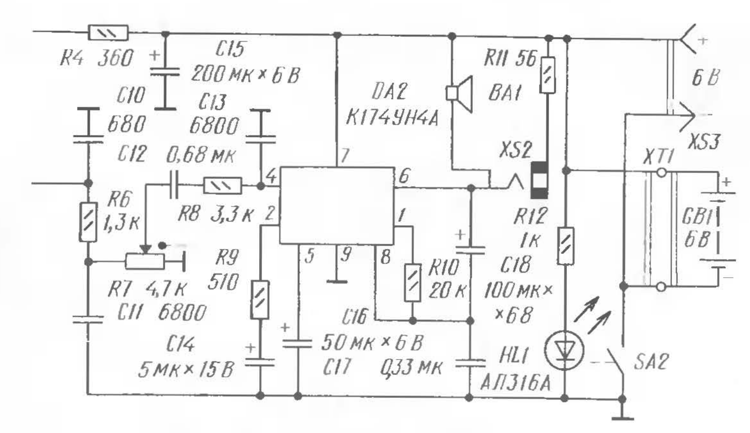


Рис. 20. Схема приемника А. Беслика

переходе на диапазон СВ длинноволновая секция L3 замыкается контактами выключателя SA1.

Часть выделенного колебательным контуром сигнала РЧ поступает через катушки связи на первый каскад усиления РЧ, собранный на транзисторе. С нагрузки этого каскада (резистор R2) сигнал поступает на микросхему DA1. Это видеоусилитель, обладающий сравнительно высоким коэффициентом усиления — около 1300. В приемнике такой коэффициент усиления неизбежно приведет к самовозбуждению, поэтому цепь обратной связи внутренних каскадов микросхемы зашунтирована цепочкой R3C6, позволяющей подбором резистора R3 изменять коэффициент усиления до значения, обеспечивающего надежную работу всего усилителя РЧ. Кроме того, эти детали, а также детали детектора, подключенного к выходу усилителя РЧ, заключены в металлический экран, соединенный с общим проводом питания.

Детектор собран по обычной схеме. Постоянная составляющая продетектированного сигнала подается через резистор R5 и диод VD1 на базу транзистора для автоматической регулировки усиления.

С детектора сигнал ЗЧ поступает через регулятор громкости R7 на вторую микросхему — DA2. Это усилитель мощности, способный развивать при напряжении питания 9 В на нагрузке сопротивлением 4 Ом выходную мощность до 1 Вт. В нашем случае напряжение питания меньше, а сопротивление нагрузки больше указанных

значений. Поэтому и выходная мощность ограничена значением 250 мВт. Кроме того, при уменьшенном, по сравнению с паспортным, напряжении питания повышается надежность микросхемы, и ее можно устанавливать на печатную плату без радиатора.

Магнитная антенна выполнена на стандартном ферритовом стержне от приемника «Юность 105». Катушка L1 содержит 83 витка провода ЛЭШО 8×0,07, намотанных на одном краю стержня виток к витку. Поверх этой катушки размещают L2 — 3 витка провода ПЭВ-1 0,21. Катушку L3 располагают на другом конце стержня и наматывают ее проводом ПЭВ-1 0,12 виток к витку — 165 витков. Поверх нее наматывают катушку связи L4 — 10 витков провода ПЭВ-1 0,21.

Транзистор может быть любой из серии КТ315. Вместо К118УП1Б подойдет микросхема К118УП1А либо К118УП1В, К118УП1Г (две последние микросхемы рассчитаны на напряжение 12,6 В и обладают коэффициентом усиления соответственно 1500 и 2000; при напряжении 6 В коэффициент усиления микросхем снижается почти вдвое).

Динамическая головка — 0,1ГД-6, 0,2ГД-1, 0,25ГД-19 или аналогичная, со звуковой катушкой сопротивлением 6...10 Ом.

При монтаже деталей показанный на схеме штриховой линией экран изготавливают из двух П-образных пластин фольги толщиной около 0,15 мм. Одну пластину впаивают со стороны деталей, заключенных в экран, другую — со стороны подходящих к ним проводников монтажа.

Можно вообще отказаться от экрана и уменьшить чувствительность усилителя РЧ подбором резистора R3 (увеличением его сопротивления до 1 кОм) до получения устойчивой работы приемника.

В налаживании приемник, как правило, не нуждается. С некоторыми экземплярами микросхемы К174УН4А может наблюдаться искажение звука при малой громкости. Тогда придется точнее подобрать резистор R10, чтобы избавиться от искажений типа «ступенька».

Несколько схожий по схеме приемник (рис. 21) разработал харьковчанин А. Торба. В нем только две микросхемы, причем усилитель мощности DA2 той же серии, что и в приемнике А. Беслика, а на входе стоит многофункциональная аналоговая микросхема К237ХА2 —

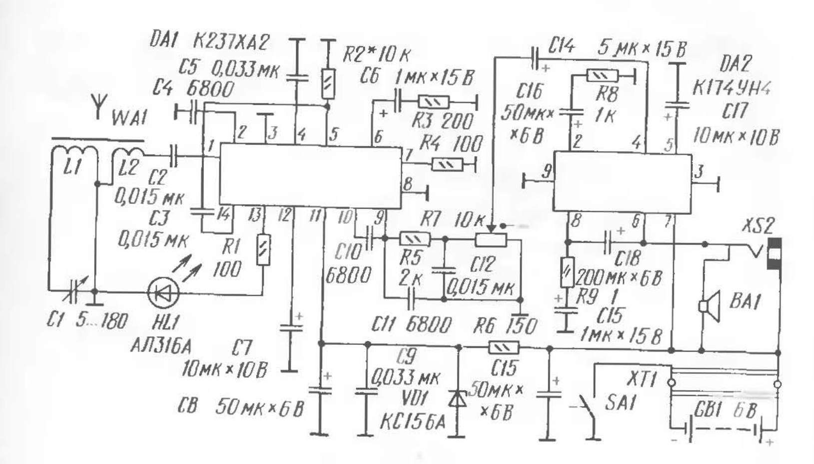


Рис. 21. Схема приемника А. Торбы

усилитель ПЧ с детектором. Поэтому надобность в дополнительном детекторе отпала и общее число деталей несколько снизилось по сравнению с предыдущей конструкцией. Этому же способствовало и то обстоятельство, что детали автоматической регулировки усиления также размещены в корпусе микросхемы.

Приемник работает в диапазоне СВ, поэтому данные его магнитной антенны соответствуют данным такого же узла приемника «Юность 105». С катушки связи сигнал РЧ поступает через конденсатор С2 на микросхему DA1. К ней подключен (к цепи АРУ) светодиод HL1, сигнализирующий о точной настройке на частоту радиостанции уменьшением яркости свечения.

Продетектированный микросхемой сигнал подается на фильтр C11R5C12, «очищающий» колебания ЗЧ от радиочастотной составляющей. Нагрузкой детектора служит переменный резистор R7 — с него сигнал ЗЧ подается через конденсатор С14 на усилитель мощности, нагруженный на динамическую головку ВА1.

Для предотвращения самовозбуждения приемника через цепи питания источник зашунтирован оксидным конденсатором С13, а напряжение на первую микросхему подается через параметрический стабилизатор R6VD1 и фильтр R6C8C9. Применение параметрического стабилизатора позволяет питать приемник бóльшим напря-

жением — до 9 В и при этом не нарушать верхнюю границу допустимого напряжения первой микросхемы (6,4 В).

Приемник не содержит каких-либо «хитростей» настройки и начинает работать сразу, если, конечно, в нем использованы исправные детали и нет ошибок в монтаже. Резистор R2 определяет уровень срабатывания АРУ. Для каждого экземпляра микросхемы на корпусе указано его сопротивление.

Вот вкратце о некоторых конструкциях приемников, присланных радиолюбителями на мини-конкурс «Юность 105».

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ — ИЗ ДЕТАЛЕЙ РАДИОКОНСТРУКТОРА

В. Борисов

Для радиолюбителей, интересующихся цифровой техникой и желающих на практике познакомиться с большими интегральными микросхемами, некоторые промышленные предприятия страны выпускают наборы деталей для самостоятельной сборки электронных часов — например, «Электроника-1».

Функциональная схема электронных часов, которые можно собрать из такого радиоконструктора даже в домашних условиях, имея лишь паяльник и некоторый опыт монтажа, испытания и налаживания радиолюбительских конструкций средней сложности, показана на рис. 1. Основой часов служит большая интегральная микросхема DD (обозначена штрих-пунктирными линиями), содержащая блок образцовой частоты кварцевого генератора G и оперативное устройство ОУ, к которой подключают цифровые индикаторы HG1 — HG4, блок управления часами БУ и акустический преобразователь НА. Преобразователь напряжения ПН обеспечивает питанием все цепи и узлы часов от одного общего источника постоянного тока напряжением 12 В. Блок кварцевого генератора по своему функциональному назначению аналогичен блокам образцовых частот любительских электронных часов, собираемых на микросхемах средней степени интеграции. А оперативное устройство, управляющее знакосинтезирующими индикаторами, обеспечивает работу в качестве секундомера и будильника.

В конструкторский набор «Электроника-1» входят: многофункциональная микросхема КА1016ХЛ1 (или ЧБ-32), кварцевый резонатор РК-72ЧА-17БУ, звонок пьезокерамический типа ЗП-1, знаковые индикаторы ИВ-3А (или ИВ-6), печатная плата и другие необходимые детали и материалы. Обладателю набора надо

Рис. 1. Функциональная схема электронных часов

только разобраться в назначении узлов и элементов часов, смонтировать детали на плате и по своему вкусу сделать корпус для них. Источником питания может служить аккумуляторная батарея напряжением 12 В (если часы предполагается установить в автомобиле) или выпрямитель с таким же выходным напряжением постоянного тока. Потребляемый ток от источника напряжением 12 В не превышает 200 мА. Точность хода часов не хуже ±1 с в сутки.

Принципиальная схема часов приведена на рис. 2. Источником питания микросхемы DD1 служит стабилизатор напряжения на стабилитроне VD1 и транзисторе VT1. Стабилизированное напряжение 15 В подается на выводы 15 и 12 микросхемы. Общим цепи питания ее является вывод 12. Собственная частота кварцевого резонатора ZQ1, а значит, и генератора образцовой частоты, равна 32 768 Гц. Элементами делителя частоты, входящего в состав микросхемы, она делится до 1 Гц, что соответствует 1 с времени. Кнопочные выключатели SB1 — SB2 образуют блок управления оперативным устройством микросхемы, которое обеспечивает управление цифровыми индикаторами HG1 — HG4.

Знакосинтезирующий индикатор ИВ-3А представляет собой электронную лампу с катодом прямого накала (выводы 7, 8), восемью анодами с отдельными выводами (1—6, 10 и 11) и общей управляющей сеткой (вывод 9). Семь анодов выполнены в виде узких полосок, образующих стилизованную цифру 8, а восьмой — в виде точки. Аноды покрыты тонким слоем люминофора. При подаче

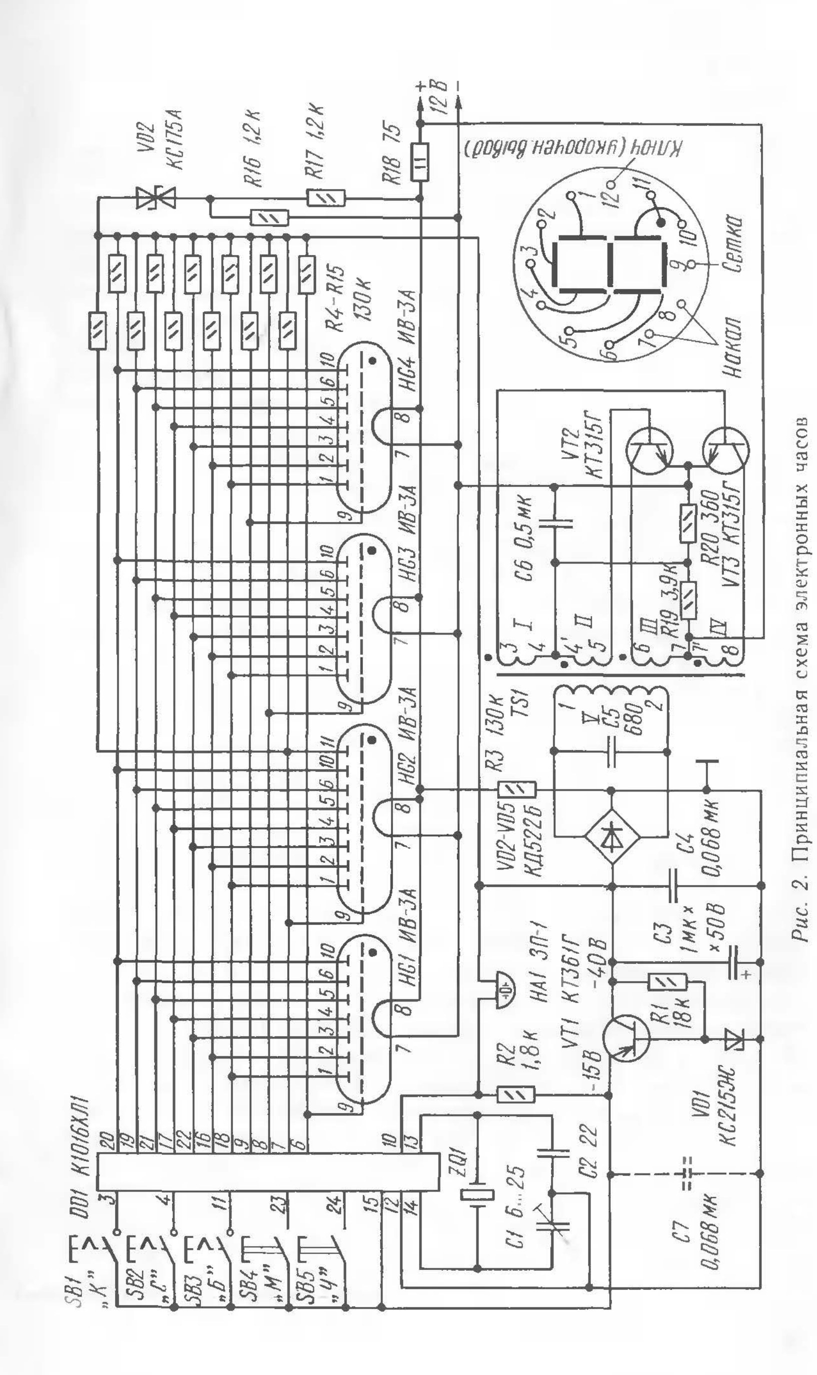


Рис. 2. Принципиальная схема электронных часов

положительного напряжения на сетку и элементы-аноды индикатора между катодом и анодами возникает поток электронов, вызывающих свечение люминофора.

В часах одноименные аноды-элементы цифровых знаков всех индикаторов соединены между собой и подключены к соответствующим выводам микросхемы. На них в определенные моменты времени с оперативного устройства подается закодированный сигнал, синтезирующий один из элементов цифр. Одновременно на сетки индикаторов подается управляющий сигнал. В результате одновременного воздействия сигналов кода и управляющего на индикаторах высвечиваются цифры от 0 до 9. Индикаторы HG1 и HG2 высвечивают часы, а HG3 и HG4 — минуты текущего времени. Знак точки во втором индикаторе, отделяющий значения часов от минут, горит постоянно. Аналогичные знаки в других индикаторах не используются.

Нажатием на кнопку SB1 «К» блока управления корректируют показание индикаторами текущего времени и времени автоматического включения звукового сигнала будильника. Кнопкой SB5 «Ч» устанавливают часы, а кнопкой SB4 «М» — минуты текущего времени. Кнопка SB2 «С» служит для перевода часов в режим счета секунд текущего времени и на работу как секундомера с нулевых значений времени. Кнопкой SB3 «Б» включают ждущий режим будильника; при совпадении предварительно установленного и текущего времени пьезокерамический звонок HA1, подключенный к выводу 10 микросхемы, издает звуковой сигнал частотой около 2 кГц.

Подстроечным конденсатором C1, входящим в кварцованный генератор образцовой частоты, можно корректировать точность «хода» часов.

Нити накала знаковых индикаторов рассчитаны на питание напряжением 0,85...1,15 В при токе 45...55 мА. В часах они соединены параллельно и питаются от общего источника напряжением 12 В через гасящий резистор R18. Делитель напряжения R16R17 и двуханодный (симметричный) стабилитрон VD2 образуют среднюю точку нитей накала, относительно которой на элементы индикаторов подается через резисторы R4 — R15 отрицательное напряжение, снимаемое с выхода выпрямителя преобразователя напряжения, для устранения мерцания выключаемых элементов индицирующих цифр.

Трансформатор TS1 и транзисторы VT2, VT3 образуют двухтактный преобразователь постоянного напряжения внешнего источника питания в переменное напряжение частотой около 2 кГц. Отрицательное напряжение внешнего источника подается непосредственно на эмиттеры транзисторов, а положительное — на их коллекторы — через обмотки III и IV трансформатора TS1. Напряжение, снимаемое с резистора R20 делителя R19R20, через обмотки I и II подается на базы транзисторов и создает на них положительное (относительно эмиттеров) смещение и тем самым обеспечивает запуск преобразователя. В результате действия положительной обратной связи между коллекторной и базовой цепями транзисторов устройство возбуждается. При этом в обмотке V трансформатора наводится переменное напряжение прямоугольной формы, которое выпрямляется диодами VD2 — VD5, включенными по мостовой схеме, и далее стабилизируется стабилитроном VD1 и транзистором VT1.

Внешний вид часов, смонтированных на печатной плате, эскиз платы и схема размещения деталей на ней показаны на рис. 3—4. Сплошными линиями обозначены дополнительные проволочные перемычки (12 штук), установленные на плате со стороны деталей. Резисторы R4 — R15 смонтированы в вертикальном положении. Их верхние выводы соединены отрезком монтажного провода, который припаян к контактной площадке печатного проводника, идущего к анодам диодов VD3 и VD4, двуханодному стабилитрону VD2 и (через проволочную перемычку) к коллектору регулирующего транзистора VT1 стабилизатора напряжения. Чтобы предотвратить соединения выводов индикаторов между собой, на них надеты отрезки изоляционной трубки. Под кварцевый резонатор подложена текстолитовая шайба.

Магнитопроводом трансформатора TS1 преобразователя напряжения служит ферритовое кольцо М2000НМ типоразмера К16×10×4,5 (входит в набор). Обмотки I и II содержат по 20 витков, III и IV — по 65 витков, обмотка V — 225 витков провода ПЭВ-2 0,14. На схеме начала обмоток обозначены точками. Провода обмоток I — IV наматывают на тело кольца в одном направлении, при этом обмотка II должна быть продолжением обмотки I, а обмотка IV — продолжением обмотки III.

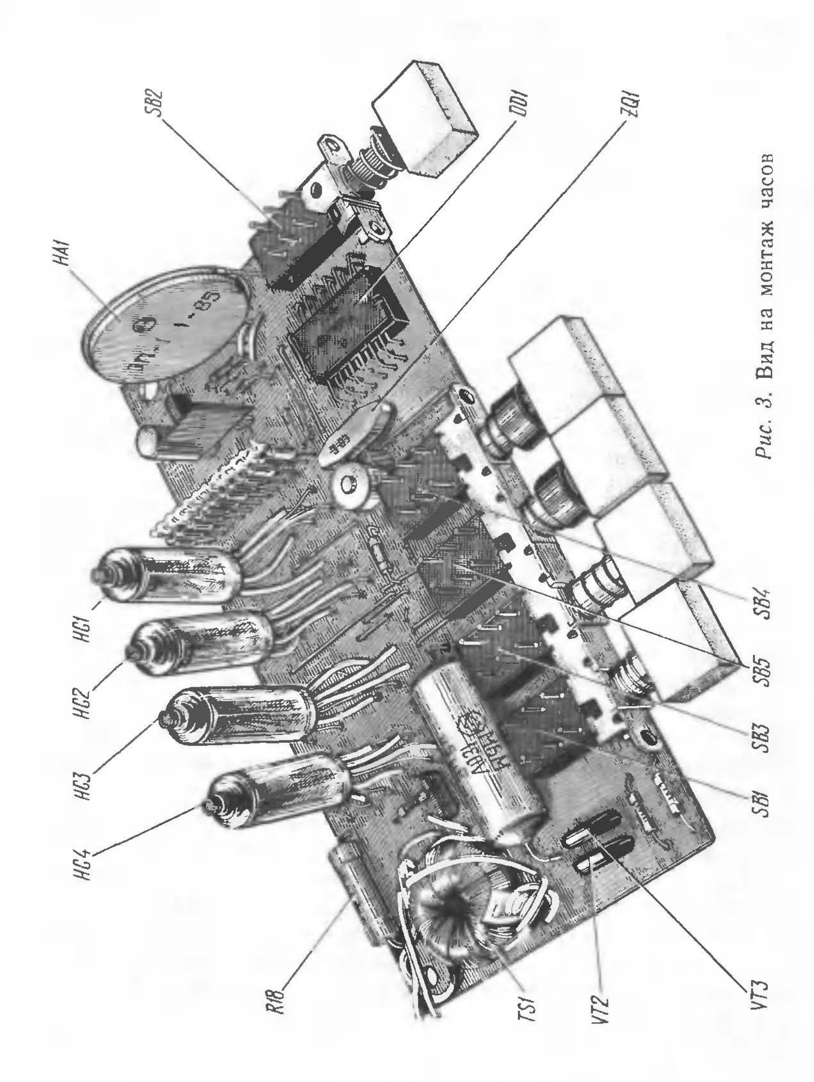


Рис. 3. Вид на монтаж часов

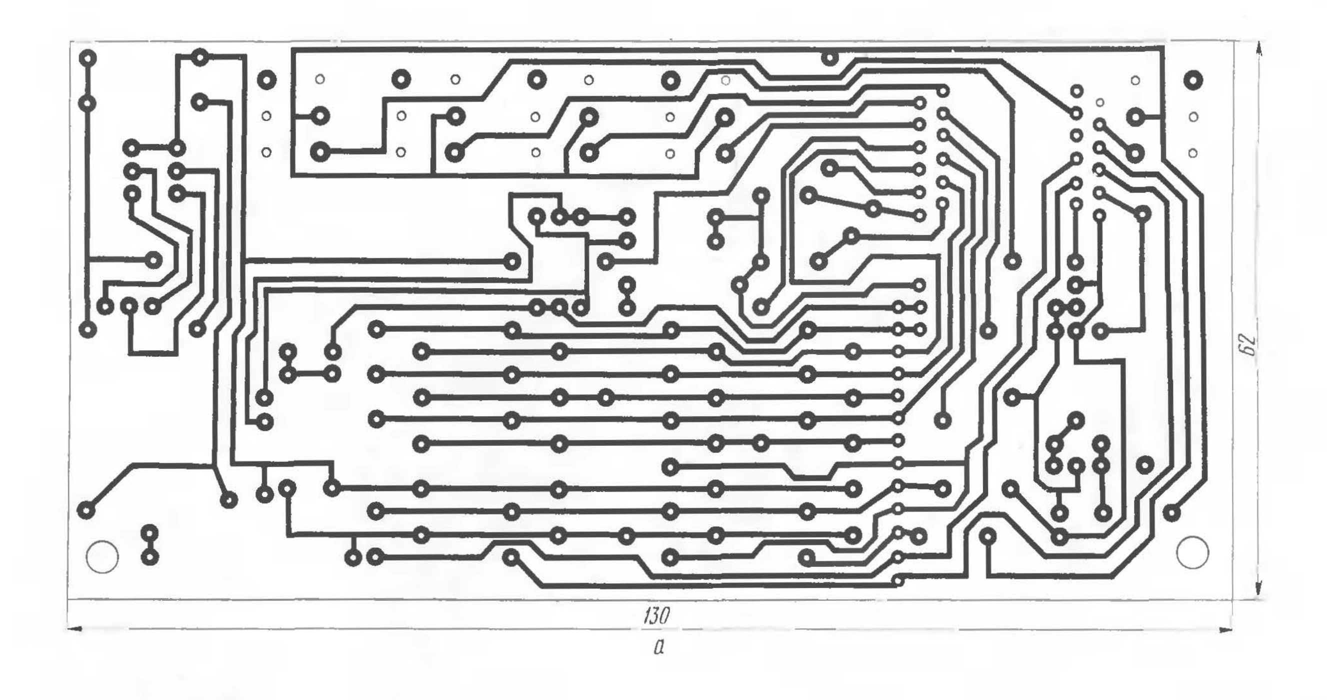
Чтобы избежать встречного включения обмоток, каждую пару обмоток (I и II, III и IV) рекомендуется наматывать одним отрезком провода соответствующей длины, сложенным вдвое, затем разрезать и соединить его части так, чтобы одна из них была продолжением второй. Место соединения будет отводом от середины последовательно соединенной пары обмоток (для обмоток I и II — отвод 4, для обмоток III и IV — отвод 7).

Сначала ферритовое кольцо по всему диаметру надо обернуть полоской лакоткани шириной 5 мм, закрепить ее конец клеем БФ-2 и, пользуясь проволочным челноком, намотать провод обмоток I и II. Затем, обернув их полоской лакоткани, наматывают обмотки III и IV. Последней наматывают провод обмотки V, предварительно обернув лакотканью предыдущие обмотки, а потом и обмотку V.

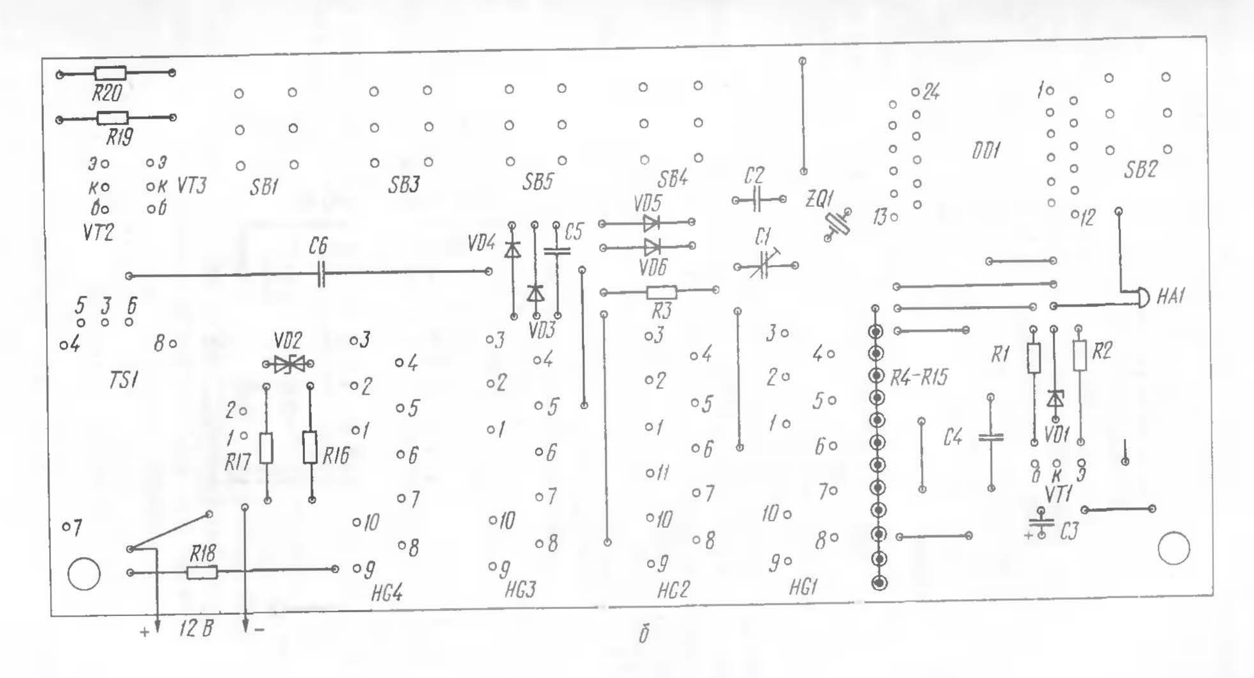
Готовый трансформатор закрепляют на плате клеем БФ-2 (использовать для крепления металлические скобы, хомуты или шпильки не рекомендуется) и припаивают выводы его обмоток к соответствующим токонесущим контактным площадкам печатной платы.

Микросхему монтируют на плате в последнюю очередь, предпринимая при этом меры, исключающие возможный выход ее из строя из-за попадания на выводы электростатического заряда или перегрева во время пайки. Чтобы не допустить случайного пробоя микросхемы статическим электричеством, надо, чтобы электрические потенциалы монтажной платы, паяльника и тела самого монтажника были одинаковыми. Для этого на пластмассовую (или деревянную) ручку паяльника наматывают несколько витков неизолированного провода или укрепляют на ней жестяную пластинку и через резистор сопротивлением 100...200 кОм соединяют (провод или пластинку) с жалом и всеми другими металлическими частями паяльника. При монтаже свободной рукой следует держаться за токонесущий проводник питания монтажной платы. Во время пайки длительность касания паяльником каждого вывода микросхемы не должна превышать 3 с, а сам паяльник в это время отключен от сети. Невыполнение этих в общем-то несложных требований может пагубно сказаться на микросхеме.

Закончив монтаж, тщательно сверяют его с принципиальной схемой часов, металлической иглой или чистой безворсовой материей удаляют с печатной платы грязь,



а



б

Рис. 4. Чертеж печатной платы электронных часов

остатки флюса, капельки припоя между токонесущими печатными проводниками и площадками, и только после этого подключают к часам источник питания. Внешним источником питания может быть практически любой двухполупериодный выпрямитель с выходным напряжением около 12 В при токе нагрузки не менее 200 мА.

Сразу же после подключения источника питания в индикаторах должны появиться случайные цифры, что является признаком работоспособности часов. Для обнуления и запуска часов надо одновременно нажать кнопки SB1 «К» и SB2 «С», а затем отжать кнопку «К». С этого момента начинают отсчет секунд — часы работают как секундомер. Далее надо отжать кнопку SB2 «С» и одновременным или раздельным нажатием на кнопки SB5 «Ч», SB4 «М» установить на индикаторах часы и минуты текущего времени. Если после этого снова нажать кнопку SB2 «С», индикаторы будут показывать секунды текущего времени.

Чтобы установить время подачи звукового сигнала (будильника), необходимо нажать кнопку SB3 «Б», поочередным нажатием кнопок «Ч» и «М» установить на блоке индикаторов нужное время и отжать кнопку «Б». При совпадении текущего времени со значением установленного должен появиться прерывистый сигнал будильника, отключить который можно нажатием на кнопку «Б».

Для использования часов в качестве секундомера нужно при нажатой кнопке «С» нажать и тут же отжать кнопку «К». Но при этом происходит и сброс текущего времени, значение которого восстанавливают кнопками «Ч» и «М».

Если в процессе эксплуатации часы будут убегать или, наоборот, отставать, скорректировать их ход можно подстройкой частоты генератора конденсатором С1.

Конструкция футляра часов произвольная. Прямоугольное отверстие в его лицевой стенке, через которое видны индикаторы, желательно прикрыть органическим стеклом или пленкой синего или зеленого цвета.

Может случиться, что светящиеся элементы цифр индикаторов смонтированных часов будут мерцать, а пьезокерамический звонок издавать непрекращающиеся беспорядочные звуки. Причина тому — возбуждение микросхемы. Чтобы устранить это явление, надо цепь питания микросхемы заблокировать керамическим конденсатором емкостью 0,047 или 0,068 мкФ, включив его между ее выводами 12 и 15 или параллельно выходу стабилизатора напряжения (на рис. 2 — показанный штриховыми линиями конденсатор С7).

Второй незначительный недостаток, обнаруженный в работе часов,— заметный на слух звук невключенного пьезокерамического звонка. Его причина — недостаточное сглаживание пульсаций тока на выходе двухполупериодного выпрямителя VD3 — VD6. Для устранения этого явления надо электролитический конденсатор С3 заменить или подключить параллельно ему конденсатор емкостью 5...10 мкФ на напряжение не менее 50 В.

Наиболее же существенным недостатком часов, смонтированных из деталей радиоконструктора «Электроника-1», надо считать большие непроизводительные потери энергии источника питания. Дело в том, что транзисторный преобразователь вместе со стабилизатором напряжения, питающим микросхему и анодные цепи знаковых индикаторов, потребляет от источника напряжением 12 В силу тока, не превышающую 15 мА, а нити накала всех индикаторов — не более 190 мА. Итого округленно 200 мА или, по мощности, 2,4 Вт. Но чтобы напряжение на нитях накала индикаторов было в пределах 0,85...1 В, питание на них подается через резистор R18, гасящий избыточное напряжение около 11 В. Вот и получается, что большая часть мощности, потребляемой часами от источника питания, бесполезно растрачивается на нагрев этого резистора.

Как избежать эти непроизводительные потери энергии источника питания? Если часы предполагается эксплуатировать в автомобиле и питать их от его аккумуляторной батареи, то на трансформаторе TS1 преобразователя можно предусмотреть дополнительную вторичную обмотку, рассчитанную на непосредственное питание от нее нитей накала знаковых индикаторов. Резистор R18 оказывается лишней деталью, которую удаляют.

Для питания часов в домашних условиях надо, конечно, использовать сетевой блок, рассчитанный на раздельное питание цепей микросхемы и нитей накала индикаторов, что также позволит исключить резистор R18.

О расчете сетевых блоков питания неоднократно рассказывалось в журнале «Радио» и сборниках ВРЛ (см., например, статью Б. Иванова «Самодельный блок питания» в сборнике ВРЛ, № 84).

ЭЛЕКТРОННАЯ ИГРОТЕКА

ИГРА «ВУЗ»

А. Николенко

Сразу оговоримся, что ВУЗ расшифровывается не как «высшее учебное заведение», а как «ваш уровень знаний». Создана игра на базе своеобразного экзаменатора с выборочными ответами и может быть использована в школе на уроках, в дошкольных учреждениях, на вечерах отдыха и дискотеках. Игра может стать помощником любителей кроссвордов, загадок, конкурсов на сообразительность и смекалку. Она может превратиться в тренажер, позволяющий пополнить свои знания в той или иной области, поскольку карточки для игры составляют по самым разнообразным темам.

Внешний вид игры показан на рис. 1. На небольшом корпусе расположен разъем, для которого предусмотрена специальная двусторонняя кассета с «карманом» с каждой стороны. В «карманы» во время игры вставляют билет с четырьмя вопросами и четырьмя ответами на каждый вопрос. Но лишь один из ответов правильный. Сбоку против ответов в кассете расположены отверстия с контактами внутри. Выбрав правильный, по его мнению, ответ, играющий касается соответствующего контакта выносным щупом, соединенным гибким проводником с электронным устройством внутри корпуса.

С каждым касанием контакта раздается звуковой сигнал внутри корпуса, подтверждающий факт надежного касания.

Совсем не обязательно отвечать на вопросы в том порядке, в каком они написаны на билете. Кроме этого, можно вторично ответить на один и тот же вопрос, если закрались сомнения в правильности первого ответа — электроника «простит» это.

Когда же ответы закончены, кассету вынимают. Сразу же раздается прерывистый звуковой сигнал, а на передней стенке корпуса начинает периодически вспыхивать столько светодиодов, сколько соответствуют выставленной за ответы оценке. Максимальная оценка, конечно,

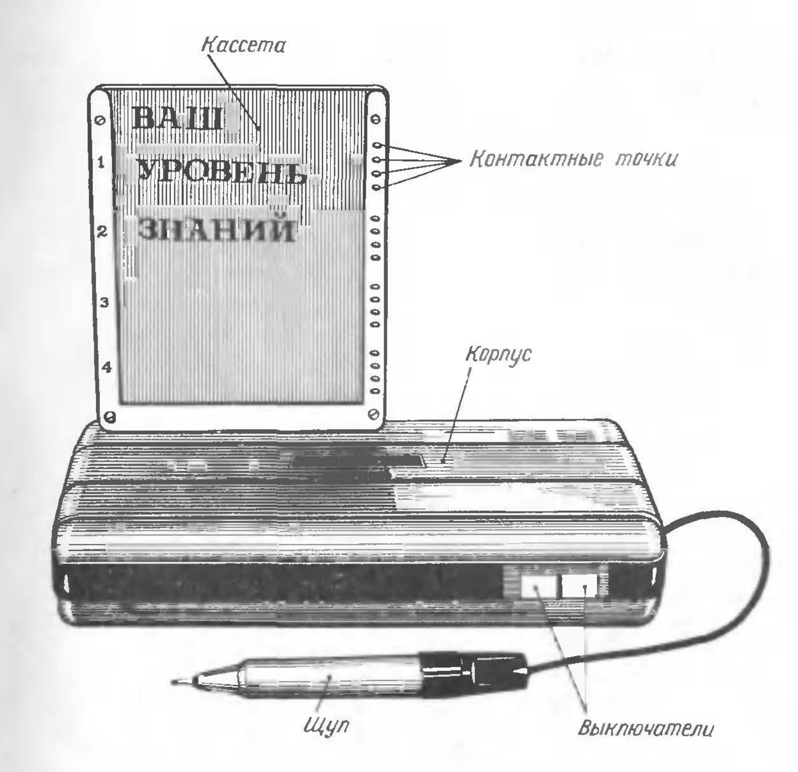


Рис. 1. Внешний вид игры «ВУЗ»

пять баллов — при ответе на все вопросы. Если же ни один из ответов неверен, вспыхивает один светодиод.

Когда кассету устанавливают вновь, световая и звуковая индикации отключаются автоматически.

Схема игры приведена на рис. 2. В ней использовано шесть микросхем серии К155, пять светодиодов, телефонный капсюль и несколько других деталей.

На элементах микросхемы DD1 и DD2 собраны триггеры, входы которых подключены к разъему X1, а выходы соединены с каскадами совпадения, выполненными на элементах DD3.1 — DD3.4. На каскады совпадения поступает также сигнал с генератора инфразвуковой частоты, выполненного на элементах DD5.1, DD5.2. Как только на обоих входах какого-то каскада совпаде-

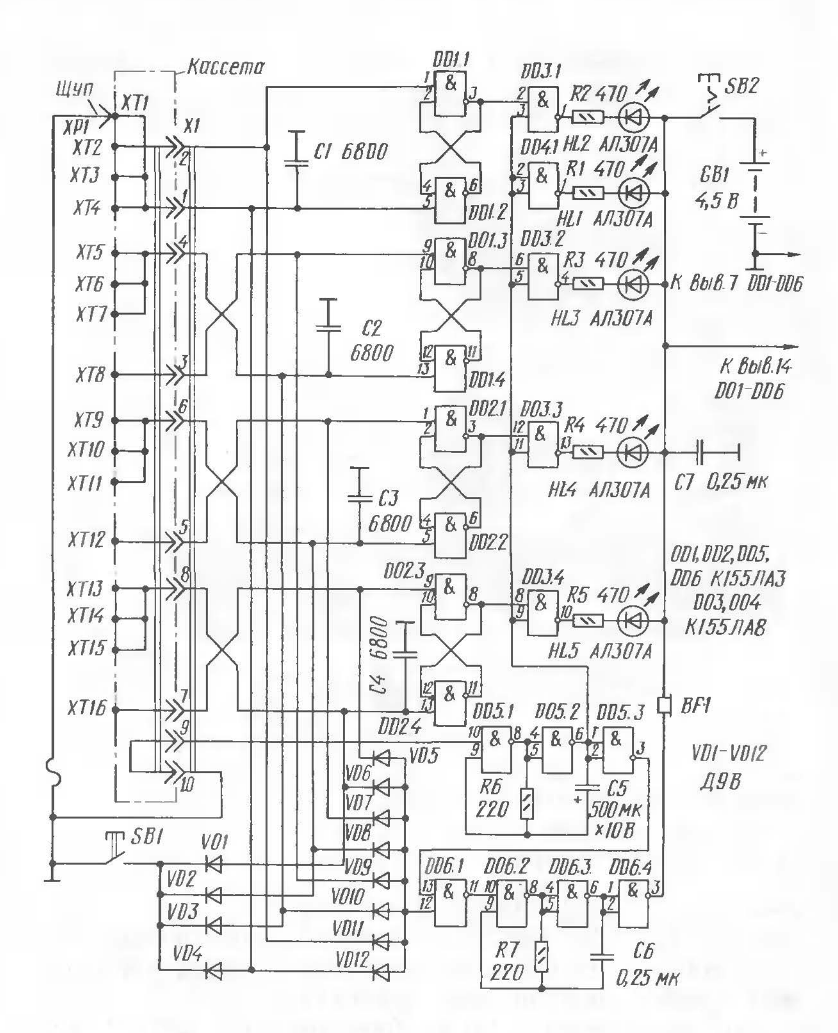


Рис. 2. Принципиальная схема игры

ния появляется уровень логической 1, вспыхивает светодиод, подключенный к его выходу.

В исходном положении, перед началом игры, все триггеры находятся в нулевом состоянии, и сигнал с генератора инфразвуковой частоты не проходит через каскады совпадения. Поэтому светодиоды HL2 — HL5

не светятся. Светодиод же HL1 будет вспыхивать, поскольку оба входа элемента DD4.1 соединены вместе и подключены к генератору. Но сам генератор начинает работать только в том случае, когда на его входном выводе 10 появится уровень логической 1, т. е. когда этот вывод окажется отключенным от общего провода питания.

На элементах DD6.2, DD6.3 собран генератор ЗЧ, работающий в звуковом индикаторе. Его схема аналогична схеме предыдущего генератора, за исключением номинала конденсатора C6 — он значительно меньше конденсатора C5. Элемент DD6.4 — инвертор, необходимый для согласования генератора с нагрузкой — капсюлем BF1.

Элемент DD6.1 на входе генератора выполняет роль каскада совпадения. На одном из его входов присутствует сигнал инфразвукового генератора (когда тот включается в работу), а на другой поступает уровень логического 0 с диодов VD5 — VD12, выполняющих роль логического элемента ИЛИ. Входы этого «элемента ИЛИ» подключены к входам триггеров.

Для установки триггеров в исходное положение служат кнопочный выключатель SB1 и диоды VD1 — VD4, каждый из которых подключен к «своему» входу триггера.

Кассету с вопросами вставляют в разъем X1. Контактные точки XT1 — XT4 на кассете относятся к четвертому вопросу, точки XT5 — XT8 — к третьему, XT9 — XT12 — ко второму, XT13 — XT16 — к первому. Три точки (например, XT1, XT3, XT4) в каждой группе соединены вместе — это точки неверных ответов — против них должны располагаться неправильные ответы данного вопроса. Верный же ответ должен быть расположен напротив оставшейся точки (XT2).

Но не подумайте, что комбинация «неверных» точек на кассете всегда постоянна. Ее можно периодически изменять, перепаивая подходящие к точкам проводники — об этом будет сказано позже. Касаются контактных точек выносным щупом XP1.

Разберем работу игры. Начнем с момента, когда кассету вставляют в разъем X1. В этот момент через перемычку между контактами 9 и 10 на кассете поступает уровень логического 0 на вывод 10 элемента DD5.1, запрещающий работу инфразвукового генератора. На вы-

ходе элемента DD5.2 также появляется уровень логического 0, который подается на элемент DD4.1, входы каскадов совпадения светового индикатора (элементы DD3.1 — DD3.4). На выходе же элемента DD5.3 будет уровень логической 1, поступающий на каскад совпадения на элементе DD6.1 (вывод 13). Поскольку на другом входном выводе (12) этого каскада тоже уровень логической 1 (ведь диоды VD1 — VD12 закрыты и на вывод 12 не поступает никакого сигнала), на выходе элемента (вывод 11) — уровень логического 0. Он запрещает работу генератора ЗЧ.

При ответе на первый вопрос щупом XP1 коснулись, например, контактной точки XT13. Это значит, что на выводе 13 элемента DD2.4 и на катоде диода VD6 появился уровень логического 0. Триггер на элементах DD2.3, DD2.4 в этом случае не изменит своего состояния, а вот элемент DD6.1 (каскад совпадения) изменит — на его выходе появится уровень логической 1, который разрешит работу генератора ЗЧ. В капсюле BF1 раздастся звук, продолжительность которого будет равна продолжительности касания щупом контактной точки.

Если же щупом коснуться точки XT16, триггер на элементах DD2.3, DD2.4 перейдет в единичное состояние, а на время касания щупом точки в капсюле будет слышен звук. Но светодиод HL5 не вспыхнет, поскольку состояние элемента DD3.4 не изменится. Однако стоит теперь вынуть кассету, как перемычка между гнездами 9 и 10 разъема исчезнет, начнут работать оба генератора и вспыхивать светодиоды HL1 и HL5. За ответ на один вопрос из пяти выставлена оценка в два балла.

Когда же при ответе на вопросы коснутся щупом лишь контактных точек XT16, XT12, XT8, XT2, т. е. точек правильных ответов, все триггеры перейдут в единичное состояние. После вынимания кассеты начнут вспыхивать все диоды — пять баллов.

После нажатия кнопки SB1 кассету можно вставить вновь и проверять знания по другой теме, вставив в кассету другой билет.

В режиме тренажера после вынимания кассеты смотрят результат, а затем кассету вставляют вновь. Результат предыдущего ответа хранится в «памяти» игры, поэтому продолжают отвечать на заданный вопрос, касаясь другой контактной точки. Если ответ по-прежнему неверный, состояние световых индикаторов после

повторного вынимания кассеты не изменится. Операцию повторяют до тех пор, пока не будет найден верный ответ — начнет мигать еще один светодиод.

В конструкции использованы резисторы МЛТ-0,125, конденсаторы К50-6 (С5), МБМ (С6, С7), КЛС (остальные). Диоды могут быть любые из серии Д9. Капсюль BF1 — от телефонного аппарата фирмы «Тесла», но подойдет, например, ТК-47, ДЭМШ или аналогичный. Разъем X1 — многоконтактный, в авторском варианте — РППГ-2-48, но возможен любой другой, с пружинящими контактами, ножевого типа. Можно, конечно, использовать разъем другого типа и установить его ответную часть (штырьковую) на кассете.

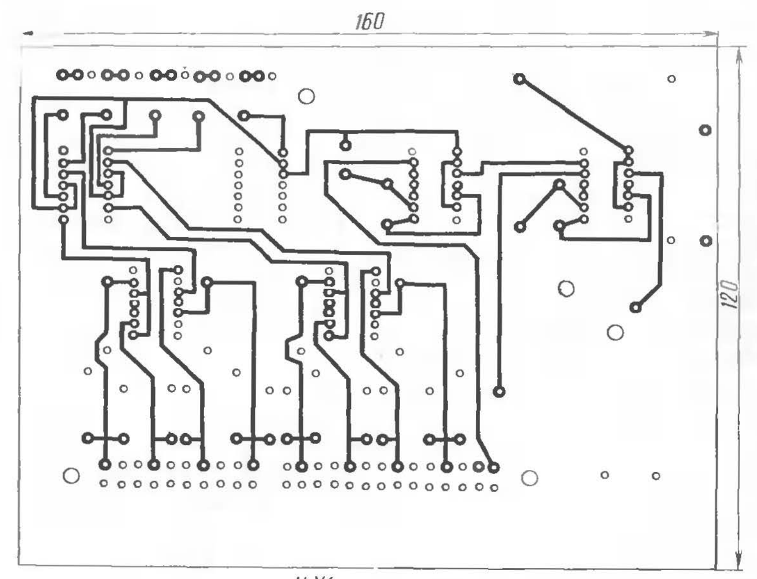
Выключатели кнопочные: SB1 — с самовозвратом, SB2 — с возвратом повторным нажатием.

Часть деталей игры смонтирована на печатной плате (рис. 3) из двустороннего фольгированного стеклотекстолита. На плате укреплен разъем и капсюль (рис. 4), а на отдельной плате укреплены батарея питания (3336) и выключатели. Кнопки выключателей выходят наружу через отверстия в корпусе конструкции. На передней стенке корпуса укреплены светодиоды.

Щуп выполнен в корпусе от фломастера, наконечник щупа — штырек от разъема либо швейная игла.

Кассета состоит из нескольких деталей (рис. 5): платы, вилки (2 шт.) и панели (2 шт.). Плата изготовлена из двустороннего фольгированного стеклотекстолита. На каждой стороне к печатным проводникам припаивают снизу жесткие пластины, например из контактных пружин реле. Подходящие к контактным точкам проводники подпаивают после того, как будут выбраны номера правильных и неправильных ответов на каждый вопрос. Причем отверстия точек можно полностью запаять, чтобы надежнее был контакт щупа с точкой. В случае необходимости перемычку между точкой и одним из проводников сбоку нетрудно отпаять и перепаять к другому проводнику.

Плату размещают внутри кассеты, по бокам ставят панели из органического стекла, а далее — вилки из гетинакса, текстолита или пластмассы. Между вилками и панелями вставляют втулки, чтобы получился зазор, в который будут вставлять билеты (они из картона или плотной бумаги). Детали кассеты скрепляют винтами,



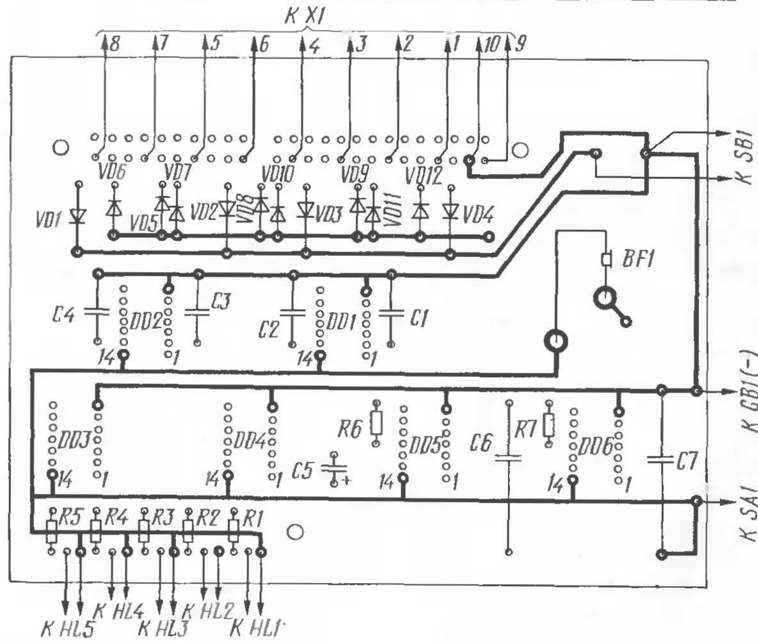


Рис. 3. Печатная плата игры

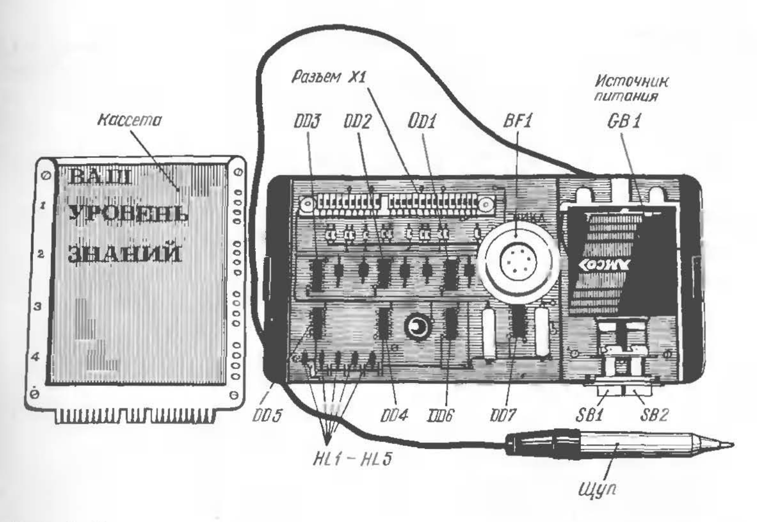


Рис. 4. Вид на монтаж игры

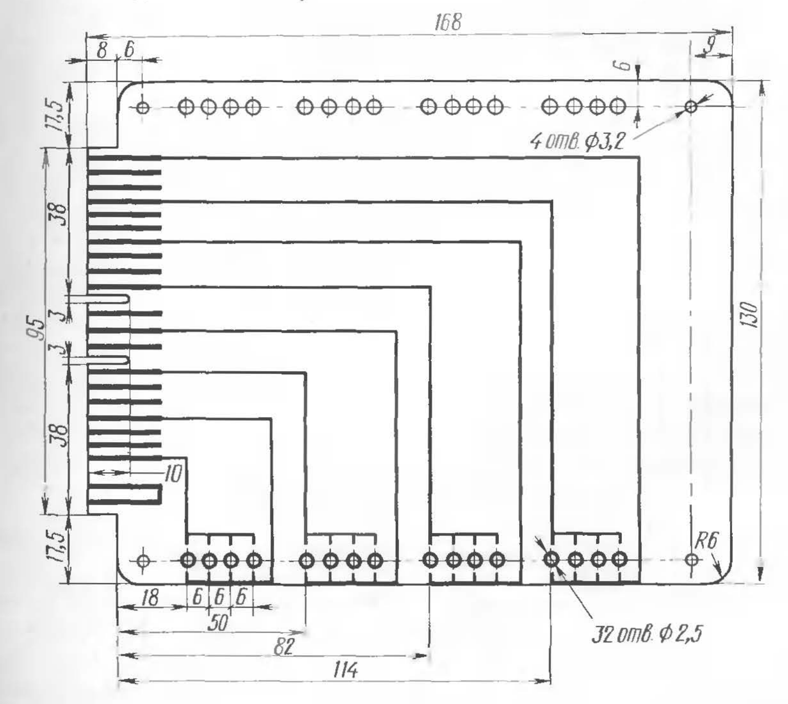
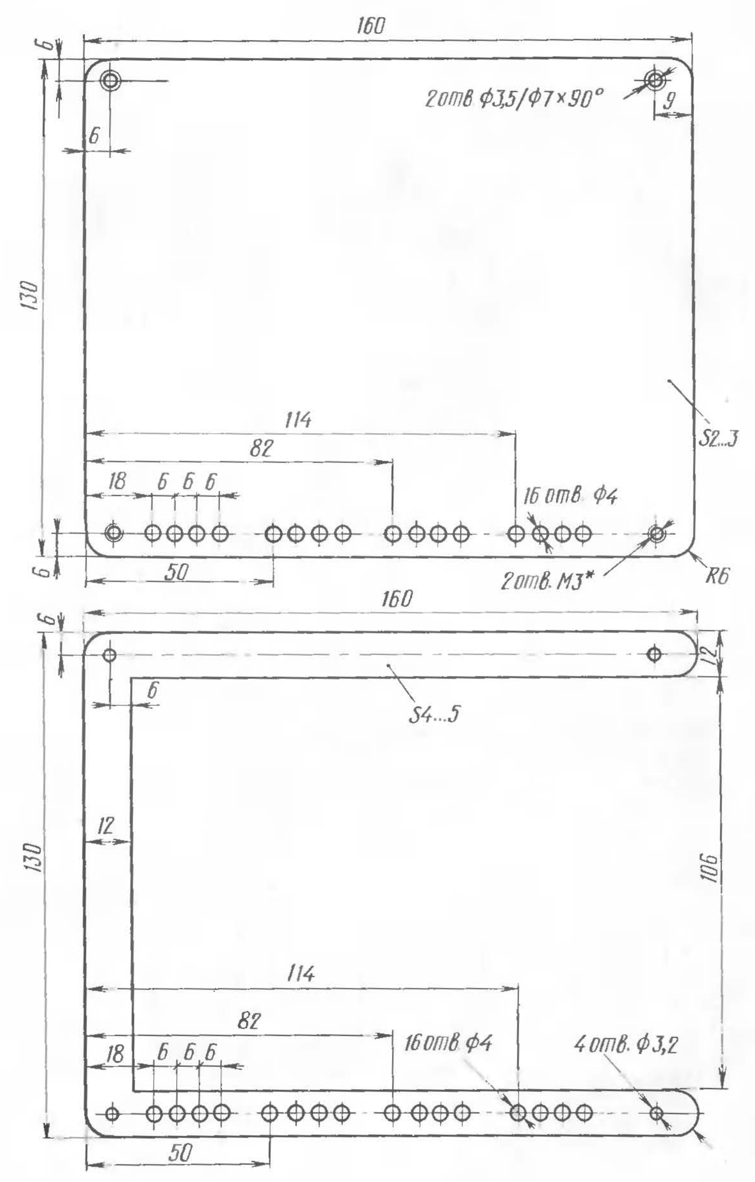


Рис. 5. Детали кассеты



Продолжение рис. 5

ввинчиваемыми в панели попарно с каждой стороны кассеты.

Игра, как правило, начинает работать сразу после включения, если, конечно, в ней использованы исправные детали и безошибочно выполнен монтаж.

ТРЕХРАЗРЯДНЫЙ ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ

А. Межлумян

При проведении различных игр нередко пользуются одноразрядным «электронным кубиком», являющимся простейшим генератором случайных чисел и произвольно «выбрасывающим» на световом или цифровом индикаторе разные числа. В последнее время все чаще стали применять более сложные двух- и трехразрядные генераторы, способные отображать (так же случайно, как и одноразрядный генератор) трехзначные числа от 000 до 999. Подобные генераторы удобно использовать, скажем, при проведении различных лотерей.

Схема трехразрядного генератора случайных чисел приведена на рис. 1. Он состоит из генератора тактовых импульсов, выполненного на элементах DD1.1, DD1.2, инвертора DD1.3 и трехразрядного счетного регистра, составленного из микросхем DD2 — DD4. Частота следования импульсов генератора высокая — 50...100 кГц (зависит от номиналов деталей R1, C1).

В исходном состоянии контакты кнопочного переключателя SB1 находятся в показанном на схеме положении. После подачи питания выключателем SA1 счетчики устанавливаются на нуль (благодаря наличию цепочки C2R4), и вакуумные электролюминесцентные индикаторы (люминоконы) VL1 — VL3 отображают состояние регистра — на них высвечиваются нули.

При нажатии на кнопку переключателя группа его контактов SB1.1 подключает вход счетного регистра (вывод 4 микросхемы DD2) к выходу инвертора DD1.3, на котором присутствуют тактовые импульсы генератора,— они начинают поступать на счетный регистр. Одновременно группа контактов SB1.2 отключает сетки люминоконов от плюсового вывода источника питания и подключает их к общему проводу. Индикаторы гаснут.

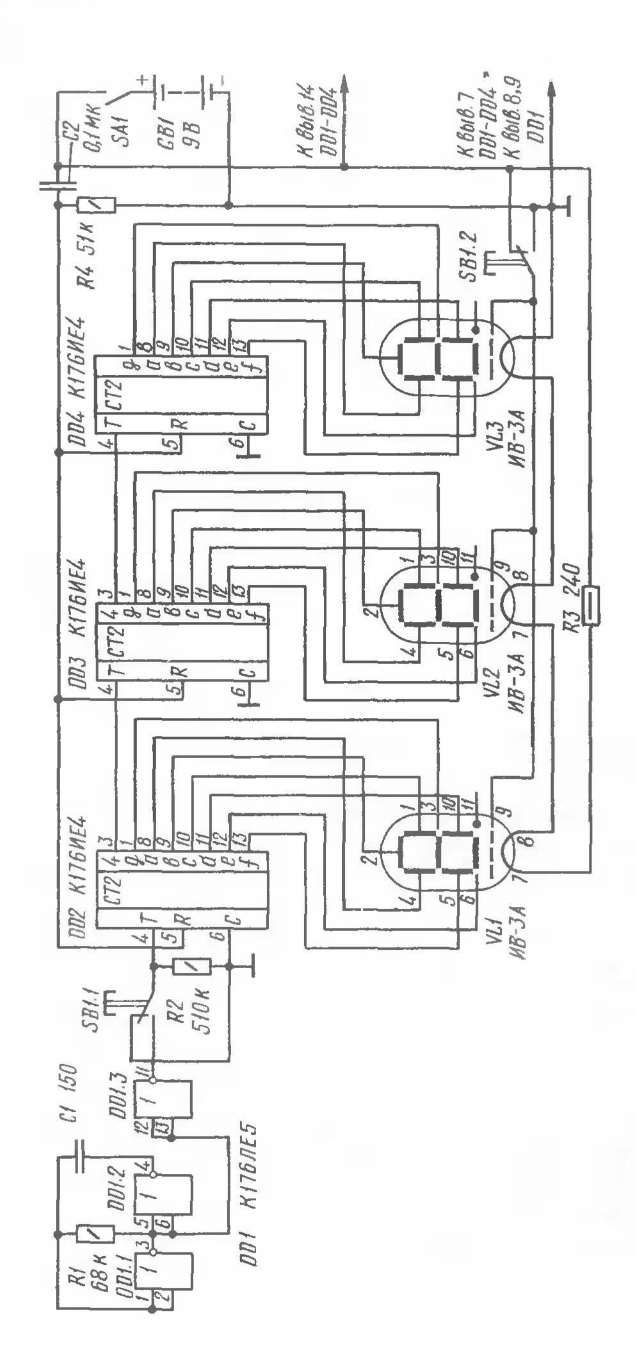


Рис. 1. Схема трехразрядного генератора случайных чисел

Стоит теперь отпустить кнопку переключателя — и импульсы перестанут поступать на счетный регистр, а индикаторы высветят состояние счетчиков регистра.

Вместо микросхемы К176ЛЕ5 в устройстве может быть использована К176ЛА7. Резистор R3 — МЛТ-0,5, остальные резисторы — МЛТ-0,25 или МЛТ-0,125, конденсаторы — КМ, КЛС или другие малогабаритные. Индикаторы могут быть типа ИВ-6, но при этом, возможно, потребуется установить резистор R3 меньшего сопротивления. Подойдут и другие люминоконы с гибкими выводами.

Большая часть деталей устройства смонтирована на плате (рис. 2) из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Отверстия под выводы резистора R3, под концы внешних соединительных проводников, а также отверстия, в которых должны быть расположены одновременно вывод микросхемы и вывод индикатора или перемычки, должны быть диаметром 0,8...0,9 мм, остальные отверстия — диаметром 0,6...0,7 мм.

Перемычки выполняют проводом ПЭВ-1 или ПЭВ-2 диаметром 0,2...0,3 мм. Выводы сегментов индикаторов устанавливают и распаивают в тех же отверстиях, что и соответствующие выводы микросхем. Такое конструктивное решение позволило упростить конструкцию печатной платы и уменьшить ее размеры. На гибкие выводы индикаторов следует надеть изоляционные поливинилхлоридные трубочки, но можно применить и подходящую по диаметру изоляцию от монтажного провода. Ввиду сравнительно большого количества выводов индикаторов для облегчения монтажа целесообразно применить изоляционные трубочки разной окраски.

При изготовлении устройства следует соблюдать общие правила обращения с МОП транзисторами, исключающими повреждение статическим электричеством транзисторов микросхем или напряжением наводки от сети. В качестве простейшей меры рекомендуется отключать паяльник от сети во время пайки.

Питается устройство от источника с номинальным напряжением 9 В — это могут быть две последовательно соединенные батареи 3336, аккумуляторная батарея 7Д-0,1 или сетевой блок питания. Потребляемый устройством ток не превышает 30 мА. Работоспособность устройства сохраняется при изменении напряжения питания от 9,5 до 8 В.

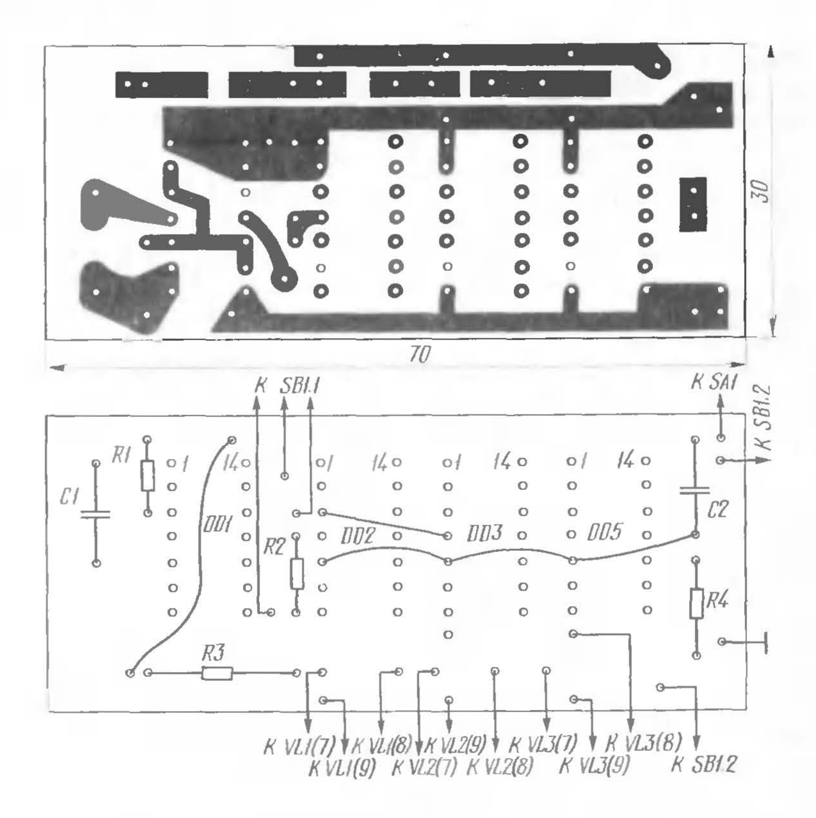


Рис. 2. Печатная плата генератора

Правильно собранное устройство начинает работать сразу и в налаживании не нуждается.

В генераторе можно применить кнопочный переключатель с одной группой контактов (SB1.1), но в этом случае нужно подключить выводы сеток индикаторов к подвижному контакту выключателя питания. В этом случае при нажатой кнопке из-за непрерывной смены информации на индикаторах будет высвечиваться цифра 8, а после отпускания кнопки высветится случайное число. Если же поменять местами проводники от неподвижных контактов переключателя, случайные числа будут высвечиваться индикаторами только при нажатой кнопке.

Более простой вариант устройства — двух- или одноразрядного генератора получится в случае, если изъять счетчик DD4 и индикатор VL3 или счетчики DD3, DD4 и индикаторы VL2, VL3 соответственно. При этом несколько изменяется подключение накалов индикаторов на печатной плате.

НАЧИНАЮЩИМ РАДИОЛЮБИТЕЛЯМ

СЕНСОРНАЯ ДВУХТОНАЛЬНАЯ СИРЕНА

А. Попов

Сирена может стать квартирным звонком, либо разместиться в какой-нибудь игрушке. Сто́ит дотронуться до сенсора — небольшой металлической пластины, и из капсюля головного телефона (или телефонного аппарата) послышится завывающий звук, тональность которого периодически изменяется.

Схема сирены приведена на рис. 1. Основным узлом ее является «гибридный» мультивибратор, выполненный на транзисторе VT3 и логическом элементе DD1.4. Это тональный генератор. Сигнал с него подается на усилительный каскад на транзисторе VT4, нагруженный на капсюль BF1. Резистор R8 — во времязадающей цепи, определяющей частоту следования импульсов, а значит, и тональность звука. К этому резистору подключен через резистор R7 инвертор DD1.2, соединенный с другим «гибридным» мультивибратором — на транзисторе VT1 и логическом элементе DD1.1. Частота его значительно меньше частоты тонального генератора. В моменты, когда на выходе инвертора уровень логического 0, резистор R7 подключается параллельно резистору R8, и частота тонального генератора изменяется. Поэтому в капсюле слышится поочередно звук то одной, то другой тональности.

Но работать оба мультивибратора смогут лишь в том случае, если на выводе 12 элемента DD1.1 и выводе 10 элемента DD1.4 будет разрешающий сигнал в виде уровня логической 1. В исходном же состоянии, когда только подано питание, но к сенсорному контакту не прикоснулись, на эти выводы подается уровень логического 0. Он поступает с третьего мультивибратора — ждущего, или одновибратора, выполненного также по «гибридной» схеме на транзисторе VT2 и элементе DD1.3.

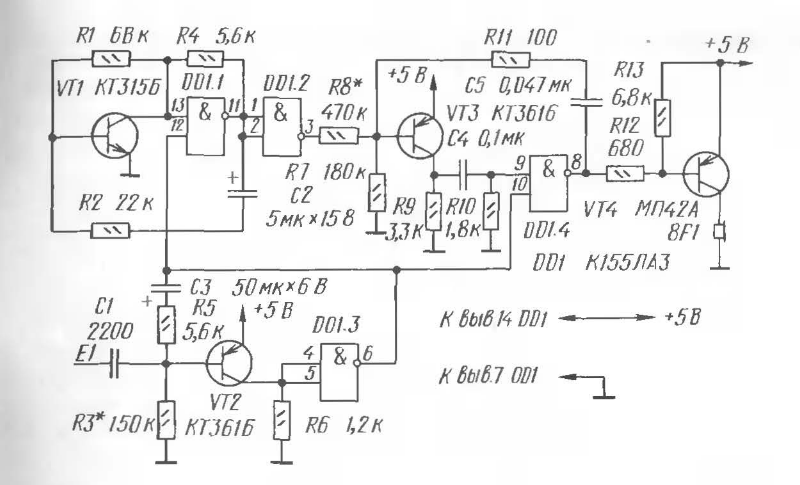


Рис. 1. Схема сенсорной двухтональной сирены

В момент касания сенсорного контакта E1 одновибратор запускается, т. е. генерирует одиночный импульс продолжительностью 4...6 с. Этот импульс в виде уровня логической 1 подается на два первых мультивибратора и «разрешает» их работу — из капсюля BF1 слышится звук (даже если сенсорного контакта уже не касаются).

Возможно, вы еще не имеете достаточного опыта работы с микросхемами и происходящие в нашей конструкции процессы не очень понятны. Поэтому давайте познакомимся поближе с используемой микросхемой К155ЛА3 и проведем несколько познавательных опытов.

Микросхема К155ЛА3 содержит четыре логических элемента 2И — НЕ. Каждый элемент выполнен по схеме, приведенной на рис. 2 (на ней, правда, опущены входные диоды защиты, включенные между эмиттерами транзистора VT1 и общим проводом — выводом 7 микросхемы).

Прежде всего выясним, как состояние логического элемента зависит от сопротивления внешней цепи между его входами и общим проводом. С этой целью вход (или оба входа) элемента соединим через переменный резистор $R_{вн}$ сопротивлением 4,7 или 5,1 кОм с общим проводом, а к выходу элемента подключим вольтметр PV со шкалой на 5...10 В. Плавно перемещая движок

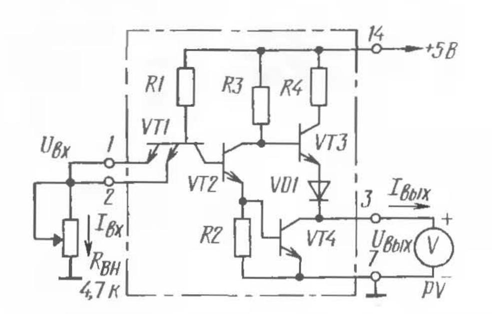


Рис. 2. Схема логического элемента микросхемы К155ЛА3

резистора от одного крайнего положения до другого, будем наблюдать за показаниями вольтметра. Какие выводы можно сделать?

Во-первых, когда резистор полностью выведен и его сопротивление равно нулю, вольтметр показывает напряжение 3,7...3,8 В. Это так называемое состояние логической 1, когда в парафазном выходном каскаде открыт транзистор VT3 и закрыт VT4. Происходит так потому, что транзистор VT1 находится в состоянии насыщения из-за тока, протекающего через резистор R1 и эмиттерный переход (или переходы) транзистора. В этом режиме транзистор VT2 закрыт, поскольку его база практически соединена с общим проводом через участок коллектор — эмиттер транзистора VT1.

Во-вторых, при разомкнутых входах логического элемента (или когда движок резистора находится в верхнем по схеме положении) вольтметр показывает напряжение 0,1...0,15 В. В этом случае говорят, что элемент находится в состоянии логического 0. В данном режиме через участок база — коллектор транзистора VT1 протекает ток, открывающий транзистор VT2, благодаря чему выходной транзистор VT4 переходит в состояние насыщения. А VT3 будет находиться в закрытом состоянии, чему способствует наличие в элементе диода VD1, смещающего потенциал эмиттера транзистора VT3 относительно его базы на 0,7 В.

Повторяя опыт несколько раз, нетрудно обнаружить существование сравнительно узкой области, когда стрелка вольтметра занимает промежуточное положение между определенными нами двумя значениями — уровнями логической 1 и логического 0. Важно знать границы этой области (нередко называемой активной)

для определения оптимального режима работы различных устройств импульсной техники. В табл. 1 приведены граничные значения параметров, которые могут несколько отличаться для разных экземпляров микросхемы К155ЛА3, а также при изменении температуры окружающей среды и напряжения источника питания.

А теперь познакомимся подробнее с работой отдельных узлов нашей сирены.

Мультивибратор с транзистором структуры n-p-n. Он выполнен на элементе DD1.1 и транзисторе VT1. Состоянием элемента DD1.1 управляет электронный ключ на транзисторе VT1, сопротивление которого может изменяться от десятка омов в режиме насыщения до десятков мегаомов в режиме отсечки. Поочередное переключение транзистора из одного режима в другой достигается за счет перезарядки конденсатора C2, который вместе с резистором R2 образует цепь положительной обратной связи (ПОС) с выхода генератора на базу транзистора. Для возникновения генерации исходный режим транзистора выбирается таким, чтобы вывести элемент DD1.1 (его можно считать инвертором) в активную область. Только в этом случае возможен лавинообразный процесс переключения элемента из одного состояния в другое при перезарядке времязадающего конденсатора.

Введение отрицательной обратной связи (ООС) по постоянному току через резистор R4 облегчает самовозбуждение генератора, поскольку при этом расширяются границы активной области элемента (при указанном на схеме номинале резистора R4 они составляют 1,1...4 кОм вместо 1,65...2,45 кОм без введения ООС — см. табл. 1). Приемлемые значения номинала резистора R4 находятся в интервале 3,6...27 кОм, в чем предлагаем читателю убедиться самостоятельно, обратившись еще раз к схеме на рис. 2 (нижнее значение определяем при $R_{вн}=0$ по снижению $U_{вых}$ до 3,7 В, а верхнее — при $R_{вн}=1{,}6$ кОм).

Выбор режима транзистора рекомендуем производить на макетной панели, смонтировав на ней вначале все элементы мультивибратора, кроме деталей C2, R2. В качестве R1 временно установим переменный резистор сопротивлением 330 кОм. Определим его предельные сопротивления, соответствующие уровням 3,5 и 0,3 В на выходе элемента. Ориентировочно пределы сопро-

Таблица 1

Параметр (рис. 2)	Область логической 1	Активная область	Область логического 0
$R_{вн}$, кОм	0...1,6	1,65...2,45	2,5...
$U_{вх}$, В	0...1,1	1,15...1,35	1,4...1,6
$U_{вых}$, Р	3,8...3,7	3,65...0,3	0,2...0,1

Таблица 2

$h_{21Э}$	R1, кОм	R2, кОм	R4, кОм
60	27...110	3...24	5,6
180	62...270	3,6...68	5,6

тивлений для двух экземпляров транзисторов с разными коэффициентами передачи тока приведены в табл. 2. Можно убедиться, что без резистора R4 в цепи ООС область допустимых значений R1 значительно сужается.

Следуя этой же методике, оценим предельно возможные значения сопротивлений для резистора R2. Предварительно на макете генератора вместо C2 установим перемычку, а вместо R2 — переменный резистор с номинальным сопротивлением 47 кОм (сопротивление резистора R1 установим близким к нижнему пределу). Теперь, благодаря ПОС по постоянному току, мультивибратор приобретает два устойчивых состояния, соответствующих насыщению и отсечке транзистора. Убедиться в этом можно, коснувшись пинцетом вывода базы транзистора. Вольтметр, подключенный к выходу логического элемента, отметит скачкообразное изменение состояния элемента.

Минимальное значение сопротивления резистора R2 определяем по началу снижения выходного напряжения в состоянии логической 1, а максимальное — по моменту, когда транзистор VT1 перестает закрываться. В табл. 2 эти пределы указаны, как было сказано выше, для двух значений коэффициентов передачи тока транзистора.

Выбор номинала конденсатора C2 производится по эмпирической формуле

$$C2 = 0{,}45...0{,}6/(2R2 + R1)\, f_г,$$

где C2 — емкость конденсатора, Ф; R2 и R1 — сопротивления резисторов, Ом; $f_г$ — частота мультивибратора, Гц. В эту формулу нужно подставлять усредненные значения сопротивлений резисторов R1 и R2 из табл. 2.

Мультивибратор с транзистором структуры p-n-p. В нем работают элемент DD1.4 и транзистор VT3. В отличие от предыдущего мультивибратора его выходные импульсы отрицательной полярности. Благодаря разделительному конденсатору C4 роль транзистора здесь несколько иная, чем в предыдущем узле. Теперь логический элемент выводится на границу активной области подбором резистора R10. Для этого нужно отключить C4 и C5 и, плавно изменяя сопротивление переменного резистора (временно включенного вместо R10), установить напряжение на выходе элемента DD1.4 в пределах 3,5...3,7 В.

Работает генератор так. Когда транзистор VT3 открывается, на вывод 9 элемента DD1.4 передается через конденсатор C4 положительный импульс, переключающий логический элемент в состояние логического 0 (предполагается, что на выводе 10 в это время присутствует уровень логической 1). Зарядный ток конденсатора C5, протекая через эмиттерный переход транзистора VT3, вызывает насыщение последнего.

Между тем по мере зарядки конденсатора C4 напряжение на входе элемента снижается по экспоненциальному закону, пока не достигнет порогового значения — примерно 1,15 В. Как только логический элемент входит в активную область, из-за ПОС через C5 и R11 дальнейшее течение процесса ускоряется, приобретая лавинообразный характер. В результате элемент скачком переключается в единичное состояние (на выходе элемента — уровень логической 1). Теперь напряжение на конденсаторе C5 суммируется с выходным напряжением элемента, определяя режим отсечки транзистора VT3.

Конденсатор C5 разряжается через резистор R8 (считаем, что R7 пока отсутствует). Напряжение на базе транзистора постепенно снижается, приближаясь к уровню 4,3 В, при котором произойдет новое открывание транзистора, после чего цикл повторяется. Описанные процессы иллюстрируют осциллограммы, приведенные на рис. 3.

Перейдем к вопросу подбора элементов этого генератора. Обычно для подобного генератора вполне достаточен диапазон частот 200...2500 Гц. Тогда емкость конденсатора C5 определяют по формуле (она приближенная)

$$C5 = 22...47/f_г,$$

где C5 — емкость конденсатора, нФ (1 нФ = 1000 пФ); $f_г$ — частота генератора, кГц.

Известно, что наиболее приятная по тембру окраска звучания получается при скважности (отношение периода следования к длительности импульса) 4...16. В нашем генераторе такая скважность достигается с конденсатором C4 емкостью в 2...5 раз большей емкости конденсатора C5. С увеличением этого соотношения растет длительность импульсов при незначительном изменении частоты генератора, а значит, периода следования импульсов.

Перекрытие нужного частотного диапазона (если генератор, допустим, будет использоваться в дальнейшем в электромузыкальном инструменте) достигается изменением сопротивления резистора R8. При увеличении его сопротивления частота генерации уменьшается, но одновременно уменьшается и ток базы транзистора VT3.

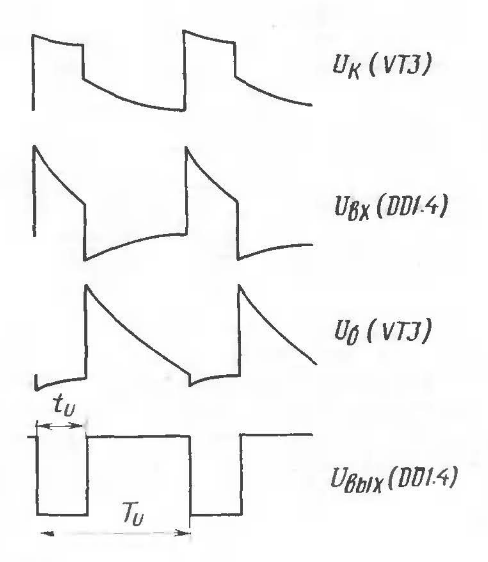
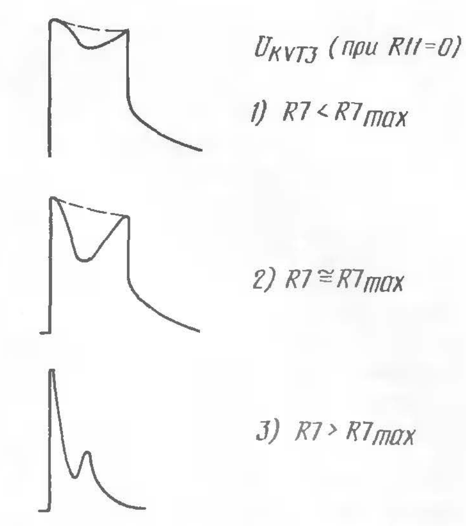


Рис. 3. Осциллограммы работы тонального генератора

Рис. 4. Осциллограммы напряжения на коллекторе транзистора VT3



Максимальное сопротивление определяем на границе режима насыщения транзистора по формуле

$$R8_{макс} = (0,7...0,9)\, h_{21э} R9,$$

причем обычно резистор R9 выбирают сопротивлением 1...5 кОм. К примеру, при коэффициенте $h_{21э} = 80$ и резисторе R9 сопротивлением 3,3 кОм получаем значение $R8_{макс}$ равным 210 кОм, что хорошо согласуется с экспериментом.

Если коэффициент передачи тока транзистора VT3 неизвестен, значение $R8_{макс}$ нетрудно определить опытным путем. Для этого нужно отключить конденсатор C5 и вместо резистора R8 установить переменный, сопротивлением 330 кОм, и включить последовательно с ним постоянный резистор сопротивлением около 10 кОм (чтобы исключить случайный пробой эмиттерного перехода транзистора). К коллектору транзистора подключим вольтметр с внутренним сопротивлением не менее 10 кОм/В. При замыкании переменного резистора вольтметр должен показать напряжение около 4,9 В. Перемещая движок резистора, отметим момент выхода транзистора из насыщения — когда стрелка вольтметра достигнет значения 4,8...4,7 В. Теперь остается измерить омметром суммарное сопротивление цепочки резисторов и впаять вместо нее постоянный резистор такого же номинала.

Следует отметить, что генератор продолжает работать и с резистором, сопротивление которого в 2...4 раза больше $R8_{\text{макс}}$, но при этом уменьшается длительность импульса. Причина этого явления состоит в выходе транзистора из насыщения после быстрой зарядки конденсатора C5, что хорошо видно на осциллограммах напряжения на коллекторе транзистора VT3 (рис. 4), снятых при различных сопротивлениях резистора R8. Включение резистора R11 сопротивлением 0,1...1 кОм последовательно с конденсатором C5 оказывает стабилизирующее действие на длительность импульсов генератора, поскольку процесс зарядки конденсатора несколько затягивается, поддерживая транзистор в насыщенном состоянии более длительное время. Практически это позволяет работать с верхним пределом R8 = = (2...3) $R8_{\text{макс}}$. Экспериментально установлено, что минимальное значение сопротивления R8 ограничено величиной примерно в $0{,}1R8_{\text{макс}}$. При изменении сопротивления резистора R8 в указанных пределах частотный диапазон тонального генератора составляет около четырех октав.

Одновибратор (ждущий мультивибратор) выполнен на элементе DD1.3 и транзисторе VT2. Он отличается от только что рассмотренного генератора лишь тем, что имеет одно устойчивое состояние, которое обеспечивается соответствующим выбором резистора R3 в цепи смещения транзистора. С уменьшением сопротивления этого резистора растет помехоустойчивость одновибратора, но снижаются его чувствительность и длительность импульса. Поэтому номинал резистора выбирают максимально возможной величины, при которой отсутствуют ложные срабатывания от помех. Минимальное же значение сопротивления резистора определяют из соображения надежного запуска одновибратора от прикосновения пальца к сенсорному контакту E1 — металлической пластине размерами 10×10 мм (для уменьшения сетевых наводок его рекомендуется соединить с цепями устройства экранированным проводом).

Транзистор VT2 закрывается положительным фронтом входного импульсного сигнала, причем инвертор DD1.3 переходит в единичное состояние из-за малого сопротивления резистора R6 (см. табл. 1). Напряжение на конденсаторе C3, складываясь с выходным напряжением инвертора, поддерживает транзистор в режиме

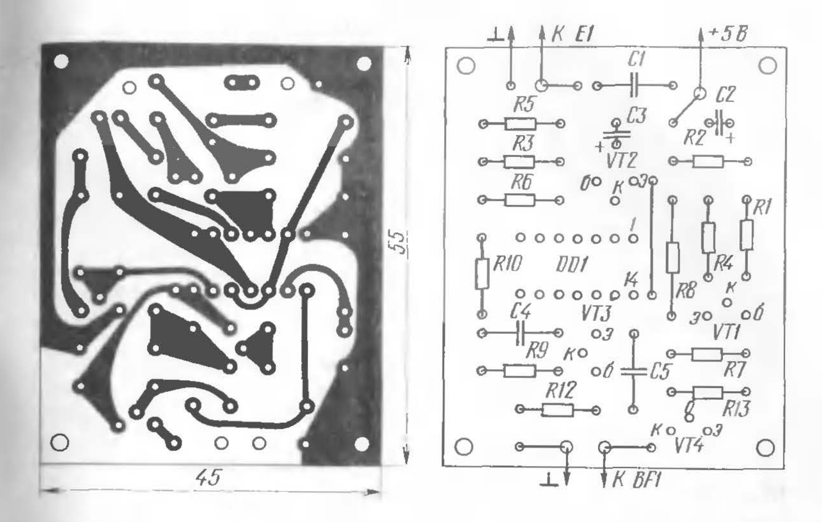


Рис. 5. Печатная плата двухтональной сирены

отсечки. После разрядки конденсатора через резисторы R3 и R5 транзистор открывается вновь и генератор возвращается в исходное состояние. Требуемую длительность звучания сирены устанавливают подбором конденсатора C3.

Все резисторы устройства могут быть МЛТ-0,125; конденсаторы C2, C3 — К50-6, остальные — КЛС или другие малогабаритные. Транзисторы VT1 — VT3 могут быть любые из указанных на схеме серий с коэффициентом передачи тока 60...180, транзистор VT4 — любой из серии МП42. Капсюль BF1 — ДЭМ-4М или ТА-56М. Источник питания — батарея 3336.

Часть деталей устройства смонтирована на плате (рис. 5) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Корпус устройства — произвольной конструкции.

При использовании исправных деталей, выборе их в соответствии с описанными рекомендациями и правильном монтаже сенсорный звонок обычно не требует налаживания.

РЕЛАКСАЦИОННЫЙ RL-ГЕНЕРАТОР

Д. Приймак

Простота схемы — одно из важных свойств любой конструкции, предназначенной для повторения начинающими радиолюбителями. Но простота порою достигается не столько за счет числа радиоэлементов, сколько за счет необычного использования их. В этом нетрудно убедиться, познакомившись с предлагаемыми RL-генераторами. Они могут быть использованы радиолюбителями, как начинающими, так и более опытными.

Если посмотреть на рис. 1, нетрудно заметить, что транзисторы соединены между собой таким способом, при котором образуется аналог тринистора. К управляющему электроду «тринистора» подключена катушка индуктивности L1, а в цепи катода стоит резистор R1. Если транзистор VT1 может быть и кремниевым и германиевым, то VT2 — обязательно германиевым, поскольку именно он обладает способностью усиливать сигналы без напряжения смещения на базе.

Работает этот генератор так. Как только подается питающее напряжение, транзистор VT1 приоткрывается (переходит в активный режим), так как через его эмиттерный переход течет начальный ток коллектора транзистора VT2. Поскольку генератор представляет собой неинвертирующий усилитель, выход которого замкнут на вход, случайное увеличение коллекторного тока любого из транзисторов (скажем, из-за собственных шумов транзисторов, внешних наводок и т. д.) немедленно усиливается и приводит к лавинообразному открыванию транзисторов до состояния насыщения, как это обычно происходит в тринисторе (момент t_1 на рис. 2). Катушка индуктивности не препятствует открыванию транзисторов, ее сопротивление для импульсных сигналов велико.

После открывания транзисторов ток через катушку возрастает по экспоненциальному закону. Так же возрастает и ток коллектора транзистора VT1. Вскоре транзистор VT1 выходит из насыщения, падение напряжения на нем увеличивается. Напряжение же на катушке уменьшается, и развивается лавинообразный процесс закрывания транзисторов (момент t_2 на рис. 2).

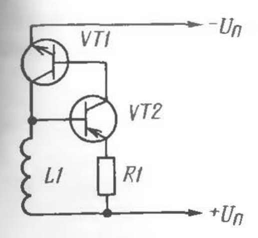


Рис. 1. Принципиальная схема RL-генератора

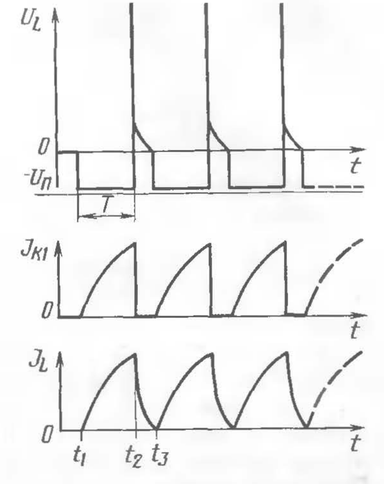


Рис. 2. Форма сигналов RL-генератора

Энергия, накопленная в катушке в виде магнитного поля, препятствует быстрому уменьшению тока через катушку, и он спадает до нуля плавно. Причем этот ток поддерживается ЭДС самоиндукции, величина которой после закрывания транзисторов может в десятки раз превышать напряжение источника питания. Энергия магнитного поля рассеивается в виде тепла в переходах транзисторов, ЭДС самоиндукции постепенно спадает до нуля, ток через катушку прекращается и цикл генерации повторяется (момент t_3 на рис. 2).

Таким образом, на катушке индуктивности L1 возникает непрерывная последовательность прямоугольных импульсов напряжения, а ток через катушку течет в виде последовательности пилообразных импульсов.

Несколько иначе протекает процесс генерации при использовании в качестве катушки индуктивности обмотки головных телефонов BF1 (рис. 3). Частота следования импульсов на ней синхронизируется с резонансной частотой собственных колебаний мембраны (рис. 4). Происходит это потому, что телефон является обратимым преобразователем, т. е. колебания мембраны, вызванные внешними импульсами напряжения, в свою очередь возбуждают в обмотке телефонов переменное напряжение (штриховая линия на рис. 4), которое суммируется с напряжением генератора и прикладывается к базе транзистора VT2.

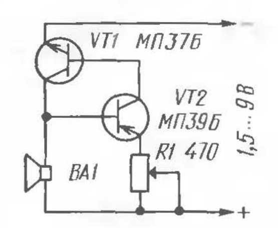


Рис. 3. Принципиальная схема RL-генератора с головными телефонами

Работа телефонов на резонансной частоте мембраны резко повышает КПД генератора как электроакустического преобразователя, в результате чего значительная громкость получается при малой мощности, потребляемой от источника питания.

Для смягчения тембра звучания телефонов параллельно их обмотке можно подключить конденсатор С1 — тогда форма колебаний на обмотке телефонов приблизится к синусоидальной, а импульсы ЭДС самоиндукции практически исчезнут (это, кстати, исключит возможность пробоя переходов транзисторов).

Генератор, собранный по схеме рис. 3, может использоваться как экономичный и простой звуковой сигнализатор, особенно в устройствах с автономным питанием, а также в качестве пробника для проверки («прозвонки») различных электрических цепей. В последнем варианте достаточно включить в разрыв провода питания двухпроводный шнур со щупами на концах — ими и касаются проверяемых цепей.

На месте BF1 можно использовать головные телефоны или капсюль от них сопротивлением постоянному току не более 250 Ом. Транзистор VT1 — серий МП35 — МП38, а VT2 — МП21, МП25, МП26.

На рис. 5 приведена схема генератора с динамической головкой BA1. Резистор R1 в этом генераторе переменный, им устанавливают режим устойчивой генерации. Звучание маломощной динамической головки (0,5ГД-30 или аналогичная) с малой площадью диффузора напоминает автомобильный сигнал.

Такой генератор можно использовать в моделях автомобилей, в качестве квартирного звонка и звукового сигнала на велосипеде. Транзисторы генератора могут быть такие же, что и в предыдущем случае. Кроме того, на месте VT2 хорошо работают транзисторы серий МП39—МП42.

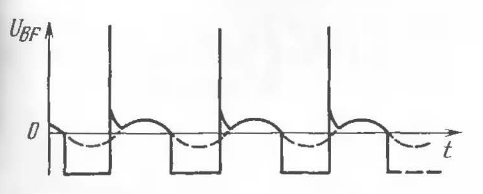


Рис. 4. Форма сигнала на головных телефонах

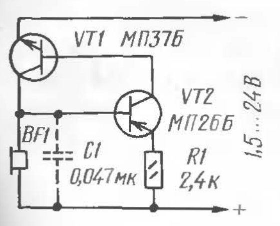


Рис. 5. Принципиальная схема RL-генератора с динамической головкой

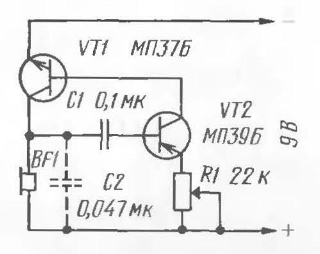


Рис. 6. Принципиальная схема RL-генератора с разделительным конденсатором

Если между коллектором транзистора VT1 и базой VT2 включить разделительный конденсатор С2 и использовать головной телефон BF1 (рис. 6), генератор будет формировать пакеты импульсов, имитирующие птичьи трели. Конденсаторы могут быть любого типа, переменный резистор — СП-1, головной телефон (или капсюль) — сопротивлением не более 250 Ом, например ДЭМ-4М, транзисторы — такие же, что и в предыдущем генераторе.

Как упоминалось выше, амплитуда импульсов ЭДС самоиндукции на обмотке телефона достигает значительной величины. Учитывая это, можно использовать генератор как преобразователь напряжения. Такой преобразователь, например, станет незаменимым источником питания авометра при измерении больших сопротивлений. Известно, что для большинства авометров требуется для этого режима отдельный источник, который не всегда есть под руками. Кроме того, дополнительные операции, связанные с его подключением, снижают оперативность измерений. Все это приводит к тому, что один из диапазонов измерений авометра остается неиспользованным.

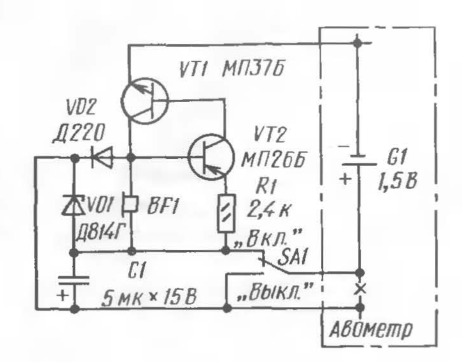
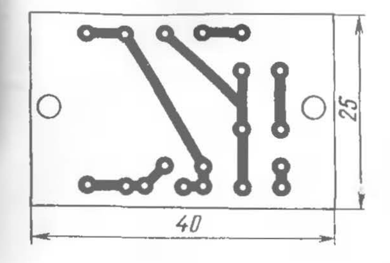


Рис. 7. Принипиальная схема преобразователя напряжения



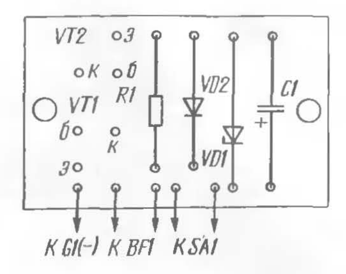


Рис. 8. Печатная плата преобразователя напряжения

Выйти из положения поможет преобразователь напряжения из RL-генератора (рис. 7), встраиваемый в корпус авометра. Он содержит минимум элементов и не требует налаживания после изготовления. В конструкцию авометра при этом необходимо ввести небольшие изменения: установить на его корпусе переключатель SA1, включить его контакты в разрыв плюсового провода питания и подключить преобразователь к минусовому выводу элемента G1 авометра.

В положении «Выкл.» переключатель замыкает разрыв в плюсовом проводе питания, и авометр используется в обычных режимах. Хотя преобразователь при этом и остается подключенным к источнику питания, он практически не потребляет энергии — диод и стабилитрон включены по отношению к источнику питания в обратном направлении.

Для работы в режиме измерения больших сопротивлений переключатель переводят в положение «Вкл.». В действие вступает генератор на транзисторах VT1, VT2. Импульсы ЭДС самоиндукции обмотки телефонов BF1 заряжают через диод VD2 конденсатор C1. Напряжение на нем быстро возрастает и стабилизируется на уровне примерно 12 В (напряжение стабилизации стабилитрона VD1). Суммируясь с напряжением источника питания, оно поступает на цепи измерения авометра. Звуковой сигнал, издаваемый телефонами BF1, напоминает о том, что переключатель после окончания измерений необходимо перевести в положение «Выкл.».

Ток, потребляемый преобразователем от источника авометра, составляет примерно 5 мА. Ток нагрузки преобразователя не должен превышать 100 мкА, иначе увеличится амплитуда пульсаций выходного напряжения и снизится точность измерений. Поэтому применять преобразователь желательно лишь в авометрах с минимальным пределом измерения постоянного тока не более 100 мкА.

Транзисторы преобразователя могут быть такие же, что и в предыдущих устройствах. Кроме указанных на схеме, подойдут стабилитроны Д813, КС213, диоды Д219, Д223, КД102, КД103 с любым буквенным индексом. Резистор — любого типа, малогабаритный. Головные телефоны — капсюль ДЭМ-4М, ТК-67 или другой, электромагнитной системы, с сопротивлением обмотки постоянному току 50...100 Ом.

Детали преобразователя, кроме капсюля и переключателя, монтируют на печатной плате (рис. 8). Но предварительно желательно проверить работоспособность преобразователя, смонтировав детали на макетной плате навесным способом и подключив к нему гальванический элемент напряжением 1,5 В. При этом на конденсаторе C1 напряжение должно быть 12 В.

Печатную плату и капсюль закрепляют на свободном месте внутри корпуса авометра, а переключатель — на корпусе авометра. После монтажа проверяют работу авометра в нужном режиме.

СОДЕРЖАНИЕ

Издание для досуга

Составитель
Борис Сергеевич Иванов

В помощь радиолюбителю

Выпуск 106

Художественный редактор **Т. А. Хитрова**
Технический редактор **В. А. Авдеева**
Корректор **О. С. Назаренко**

ИБ № 3056

Сдано в набор 17.04.89. Подписано в печать 31.10.89. Г-27040. Формат 84×108[1]/32. Бумага книжно-журнальная. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Усл. п. л. 4,2. Усл. кр.-отт. 4,62. Уч.-изд. л. 3,97. Тираж 800 000 экз. (2-й завод: 400 001—800 000). Заказ 2202. Цена 30 к.

Изд. № 2/г-526

Ордена «Знак Почета» издательство «Патриот». 129110, Москва, Олимпийский просп., 22.

Ордена Трудового Красного Знамени типография издательства Куйбышевского обкома КПСС. 443086, г. Куйбышев, просп. К. Маркса, 201.

1/21*